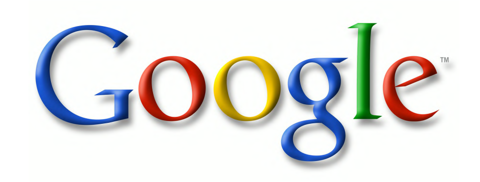
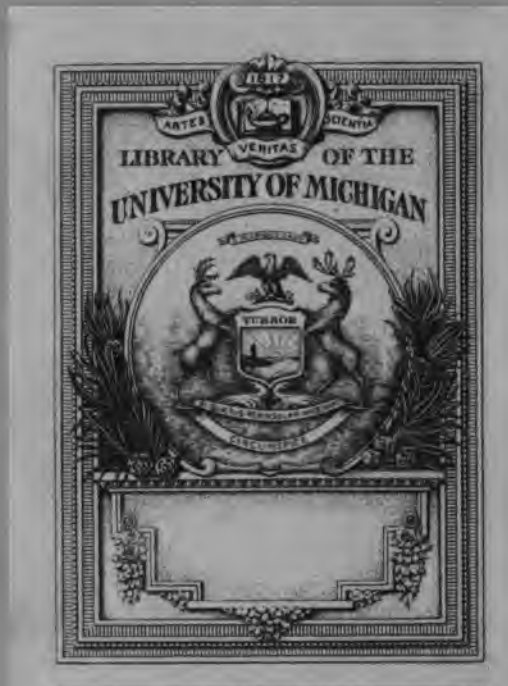



1,071,422


ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR



BULLETIN

DU

MUSÉE ROYAL

D'HISTOIRE NATURELLE

DE BELGIQUE

BULLETIN



DU

Brussels MUSÉE ROYAL D'HISTOIRE NATURELLE DE BELGIQUE

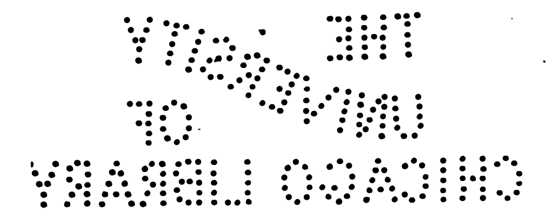
TOME III. — 1884-1885

BRUXELLES

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

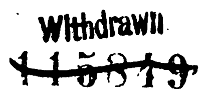
Rue de Louvain, 108

1885



ERRATUM.

Page 111, note (1), ligne 4, *lire* « ... la place des sutures », *au lieu de* « ... la place des soudures ».



LES CARACTÈRES MICROSCOPIQUES

DES

CENDRES VOLCANIQUES ET DES POUSSIÈRES COSMIQUES

ET

LEUR ROLE DANS LES SÉDIMENTS DE MER PROFONDE

PAR

John MURRAY,
Directeur de la Commission du *Challenger*,

ET

A. F. RENARD,
Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique.

Durant la session de 1876, M. John Murray communiqua à la Société royale d'Édimbourg une notice sur la répartition des produits volcaniques incohérents dans les dépôts de mer profonde; il fit connaître en même temps la présence de poussières cosmiques dans les sédiments recueillis au fond des grandes mers par l'expédition du *Challenger*. Dans ce travail il montrait qu'aux points éloignés des terres, où ni l'action des vagues et des rivières, ni celle des courants ne peuvent amener les débris arrachés aux continents, les produits volcaniques jouent le rôle le plus important parmi les éléments minéralogiques qui se déposent sur le lit des océans. Il faisait ressortir que les ponces, grâce à leur structure, pouvaient être entraînées loin des côtes et qu'après avoir flotté pendant un certain temps, elles s'accumulaient sur le fond de la mer et s'y décomposaient. Les produits volcaniques incohérents projetés du cratère sous la forme de lapilli, de sables et de cendres, transportés par les courants aériens à des distances considérables, vont s'ajouter à leur tour aux ponces qui s'étalent sur les bassins océaniques. On doit

admettre aussi que des éruptions volcaniques sous-marines peuvent contribuer à cette accumulation de silicates et de minéraux pyrogènes, dont nous allons décrire les caractères microscopiques et indiquer la distribution géographique sur l'aire des grands océans.

Nous avons eu l'occasion, durant ces dernières années, de nous livrer à une étude suivie des sujets sur lesquels M. Murray attira le premier l'attention. La notice que nous publions aujourd'hui nous a été suggérée par l'analogie frappante existant entre les produits volcaniques, que nous avons découverts dans tous les sédiments de mer profonde, et les cendres et les minéraux incohérents de la récente éruption du volcan Krakatau. Les phénomènes météorologiques remarquables, dont nous avons été témoins ces mois derniers, ont été attribués à la présence dans l'atmosphère de particules minérales provenant de cette éruption ou de matières pulvérulentes d'origine cosmique. En certaines localités d'Amérique et en Europe, on a recueilli des poussières que l'on considère comme des cendres du Krakatau, entraînées et tenues en suspension par les courants atmosphériques.

L'importance de ces études a été reconnue par la Société Royale de Londres, qui vient de confier à un comité de ses membres le soin de réunir tous les documents et les observations relatives à la distribution des cendres de ce volcan. Dans l'état actuel de la question, nous voyons quelque opportunité à publier le résumé de nos recherches sur les caractères des produits volcaniques incohérents et sur leur présence dans les sédiments pélagiques; le travail détaillé est destiné aux Rapports sur les dépôts de mers profondes recueillis par le *Challenger* et par les expéditions anglaises et américaines. Peut-être cette notice offrira-t-elle quelques renseignements utiles à ceux qui s'occupent de l'étude des poussières atmosphériques : nous y donnons les caractères microscopiques distinctifs à l'aide desquels nous avons pu établir la nature volcanique ou cosmique de certaines particules minérales, trouvées dans les vases organiques et les dépôts argileux en voie de formation dans les grands fonds.

On ne pourrait, croyons-nous, donner de meilleur exemple pour appuyer nos déterminations que l'étude microscopique des cendres du Krakatau, dont l'un de nous a le premier indiqué la composition minéralogique et chimique (1), et dont les observa-

(1) A. Renard, *Les cendres volcaniques de l'éruption du Krakatau* (Bull. Acad. Roy. de Belgique, 3e série, t. VI, no 11, séance du 3 nov. 1883).

tions ont été confirmées par les recherches postérieures d'autres minéralogistes. En outre, les conditions dans lesquelles on a observé les ponces flottantes après cette éruption concordent parfaitement avec l'explication donnée, il y a huit ans, par M. Murray, du mode de transport de ces matières vitreuses et de l'accumulation de leurs débris triturés sur le lit de l'océan. Nous montrerons aussi que le triage des cendres volcaniques, qui se fait durant leur transport, a des analogies avec ce que nous observons dans la sédimentation de ces matières sur le lit de la mer.

Dans la première partie de ce travail, nous donnerons la description minéralogique des cendres du Krakatau et quelques observations générales relatives aux produits volcaniques meubles. Nous montrerons les caractères diagnostiques de cette poussière volcanique et des particules de même origine que nous trouvons dans les dépôts pélagiques. La seconde partie sera consacrée aux poussières cosmiques observées dans les sédiments des grandes dépressions marines.

PREMIÈRE PARTIE.

Il n'est pas nécessaire d'insister ici sur l'abondance des ponces flottantes, sur l'altération plus ou moins avancée que présentent ces fragments de roches recueillis en haute mer, ni sur leur mode de transport par les vagues et les courants, ni sur leur universalité dans les dépôts marins. Ces points ont été traités avec quelque détail dans la notice de M. Murray, à laquelle nous avons fait allusion tout à l'heure. Nous nous bornerons à résumer brièvement les caractères de ces produits volcaniques, tels que nous les montre l'examen d'un grand nombre de sondages et de dragages exécutés par les expéditions anglaises et américaines. Nous n'avons pas à décrire maintenant les caractères spéciaux des *lapilli* ramenés des grandes profondeurs; ces fragments de roches, plus ou moins scoriacés, appartiennent aux mêmes variétés lithologiques que les laves et les tuffs qui affleurent sur les continents. On y distingue des fragments de roches trachytiques, basaltiques et surtout d'andésite augitique; les plus remarquables sont incontestablement des lapillis de sidéromélane, souvent entièrement transformés en palagonite, qui passe elle-même aux matières argileuses que nous trouvons réparties dans les grandes dépressions marines.

Notre but n'est pas non plus d'étudier ici la distribution géographique des matières projetées par le Krakatau; nous nous occupons en ce moment à réunir les faits relatifs à cette question, pour les reporter ensuite sur des cartes où seront retracés par M. Buchan les courants supérieurs de l'atmosphère.

Avant de passer à la description des cendres, nous devons attirer l'attention sur quelques points traités dans le travail de M. Murray. On y a fait remarquer que des fragments de ponce *arrondis* flottent loin des côtes, et que, dans certaines régions où les sédiments s'accumulent lentement, le lit de la mer est recouvert d'un dépôt composé essentiellement d'esquilles vitreuses provenant de la trituration des roches ponceuses. Les phénomènes signalés lors de l'éruption du Krakatau permettent de nous rendre parfaitement compte de la manière dont s'opèrent dans la mer l'usure et

la trituration de ces fragments. Les échantillons de ponce de cette éruption, qu'on a recueillis flottants, sont arrondis comme ceux pêchés en pleine mer : les angles de la surface sont usés comme ceux des cailloux roulés. Les seules aspérités qu'on observe sont dues à des cristaux ou à des fragments de cristaux qui se montrent en relief dans la masse vitreuse, celle-ci, grâce à sa structure, présentant moins de résistance à l'usure que les minéraux qu'elle empâte.

Qu'il suffise de rappeler que la baie de Lampoung, dans le détroit de la Sonde, fut bloquée par la vaste accumulation de ponce projetée en quelques heures par l'éruption du Krakatau. Cette barre flottante de ponce avait une longueur d'environ 30 kilomètres sur 1 kilomètre de largeur et 3 ou 4 mètres d'épaisseur : elle s'élevait de 1 mètre au-dessus de la surface et plongeait de 2 mètres sous l'eau. Ces chiffres indiquent qu'à ce point 150,000,000 de mètres cubes de matières volcaniques s'étaient accumulés. Cette muraille élastique et mouvante se balançait au flux et au reflux des lames, et les fragments qui la formaient étaient entraînés par les courants à des milliers de milles de l'éruption et répartis ensuite sur la surface de l'océan (1).

Ces faits nous expliquent la forme arrondie des ponces recueillies partout au filet dans les eaux superficielles et de celles qui sont descendues sur le lit de la mer lorsque l'eau avait envahi leurs pores. La friabilité de ces roches extrêmement poreuses, l'agitation des vagues qui provoque l'usure de ces blocs pressés les uns contre les autres et nageant à la surface, rendent bien compte de cet aspect de cailloux roulés que nous offrent les pierres ponces pêchées ou draguées dans l'océan. On comprend aussi que cette trituration donne naissance à une immense quantité de fragments de ponce pulvérulents, qui viennent s'étaler sur le fond des mers et contribuent, dans une large mesure, à former des sédiments pélagiques. Comme nous l'avons rappelé, la présence de fragments arrondis de ponce a été constatée à la surface de tous les océans et, durant ces dernières années, un grand nombre d'échantillons de ces mêmes roches, affectant tous cette forme, nous ont été envoyés par des capitaines de navires et des missionnaires qui les avaient recueillis dans des conditions identiques. Rappelons encore que ces produits volcaniques vitreux, si fréquents dans les dépressions loin des côtes, sont souvent très altérés.

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 17 nov. 1883, p. 1101.

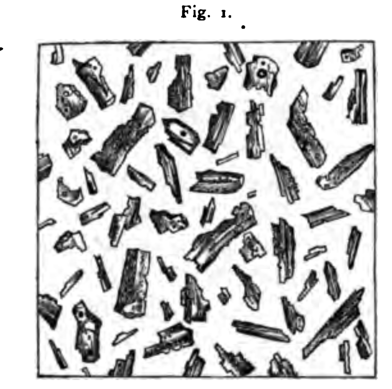
S'il n'est pas difficile de se prononcer sur la nature éruptive de ces échantillons présentant d'ordinaire d'assez grandes dimensions, on ne peut pas être aussi affirmatif dès qu'il s'agit de particules volcaniques sous forme de cendres et qu'on doit recourir au microscope pour trancher la question. Voyons quels sont alors les caractères sur lesquels on doit s'appuyer pour reconnaître la nature volcanique d'un sédiment composé de grains extrêmement fins.

On peut avancer que ce n'est pas tant la présence de minéraux volcaniques que la structure des particules vitreuses microscopiques qui permet de distinguer, dans un dépôt marin comme dans une précipitation atmosphérique, la nature éruptive des poussières. Les minéraux réduits à ces dimensions infinitésimales et irrégulièrement fracturés, comme c'est le cas pour ceux qui constituent les cendres volcaniques, perdent leurs caractères distinctifs. Les proportions microscopiques qu'ils affectent ne permettent pas de juger des propriétés optiques; la forme irrégulière et fragmentaire de ces particules empêche de déterminer les extinctions caractéristiques de l'espèce. Les phénomènes de coloration, le pléochroïsme et la teinte particulière du minéral perdent tellement de leur intensité, qu'ils ne peuvent plus servir à identifier sûrement les fragments de minéraux isolés comme ceux des cendres volcaniques. Il résulte des observations que nous avons eu l'occasion de faire qu'en général un minéral, ayant les caractères de ceux qui constituent ces cendres, ne peut plus être déterminé avec certitude lorsque ses dimensions descendent sous $0^{mm},05$; par conséquent, il n'est guère possible, dans ce cas, d'établir son origine; tandis que les fragments vitreux, provenant des cendres volcaniques ou de la trituration des ponces, sont encore susceptibles d'une détermination certaine, même lorsque leurs dimensions sont inférieures à $0^{mm},005$. Une autre raison, montrant que l'absence ou la rareté des cristaux ou de fragments de cristaux volcaniques ne doit pas être considérée comme la preuve qu'une matière sédimentaire, atmosphérique ou marine n'est pas d'origine éruptive, c'est le triage auquel ces substances sont soumises lors de l'éruption.

Le diagnostic le plus certain de la nature volcanique se retrouve toujours, peut-on dire, dans la structure qu'affectent les petites particules vitreuses provenant de la trituration de la ponce ou qui ont été projetées du volcan sous la forme de cendres. La structure spéciale de ces matières se voit dans la fracture; elle laisse son empreinte même sur les plus minimes fragments, où le

microscope ne peut découvrir d'autres propriétés caractéristiques que celles se rapportant à la forme. Pour nous assurer que ces caractères des matières vitreuses volcaniques restent constants jusqu'aux dernières limites où l'on peut pousser la pulvérisation, nous avons broyé, dans un mortier en agate, diverses variétés de ponce. La poudre que nous avons ainsi obtenue était extrêmement fine et néanmoins ces particules infinitésimales présentaient encore les caractères distinctifs des matières vitreuses que nous retrouvons constamment dans les sédiments, et dont les cendres du Krakatau nous donnent une si parfaite illustration. Le caractère diagnostique auquel nous faisons allusion, et qui distingue des laves les cendres et les lapillis, n'est pas la prépondérance extraordinaire de matière vitreuse, mais le nombre prodigieux de bulles gazeuses emprisonnées dans la ponce et dans l'élément vitreux des cendres volcaniques. Ces bulles gazeuses sont dues, on le sait, à l'expansion des gaz dissous dans le magma et qui déterminent l'éruption.

Fig. 1.



Particules vitreuses des cendres du Krakatau tombées à Batavia le 27 août 1883. $^{250}/_{1}$.

En admettant, comme tout paraît l'indiquer, que ces produits volcaniques incohérents proviennent de la pulvérisation d'un magma fluide, on comprend que ces particules, se refroidissant rapidement, resteront à l'état vitreux, et que, d'un autre côté, les gaz dissous, grâce à l'expansion, formeront des pores nombreux; ceux-ci prendront une disposition allongée par leur mode de projection. L'existence de ces bulles et de cette structure filamenteuse, nous fournit donc le moyen de discerner la nature volcanique de ces matières, en dépit de leur extrême état de division.

C'est de même cette texture bulleuse qui permet à ces corps d'être transportés à d'aussi grandes distances du centre d'éruption.

L'examen des cendres du Krakatau et des poussières qu'on obtient par la pulvérisation des ponces de ce volcan montre parfaitement ces particularités de structure. Si l'on soumet au microscope cette matière pulvérulente gris-verdâtre, on la voit composée de grains vitreux ayant environ $0^{mm},1$ de diamètre; ils sont presque toujours incolores et criblés d'inclusions gazeuses. Presque jamais ces bulles ne sont sphériques; la forme allongée prédomine, et les fragments prennent ainsi une disposition plus ou moins prismatique. Il arrive ordinairement que plusieurs bulles sont étirées parallèlement les unes aux autres et tellement allongées, que les pores n'apparaissent plus que comme de simples traits; le fragment revêt alors une texture fibreuse qui peut, à première vue, le faire prendre pour un feldspath strié ou pour un reste d'organisme; mais l'examen des contours ne permet jamais de les confondre. En suivant les lignes de contour de ces fragments bulleux, on observe qu'ils ne sont jamais limités par des droites; ils présentent, au contraire, une apparence déchiquetée, toutes les sinuosités étant curvilignes. Ce mode de fracture résulte de la structure bulleuse due aux conditions dans lesquelles se forment les cendres volcaniques; en outre tout semble indiquer que leur nature fragmentaire et leur cassure fraîche résultent des phénomènes de tension, affectant ces matières vitreuses d'une manière analogue à ce que l'on observe pour les larmes bataviques.

Nous avons fait remarquer que les fragments vitreux de teinte foncée sont assez rares dans les cendres du Krakatau; ces granules d'une teinte brunâtre, renferment des squelettes de fer magnétique et sont dévitrifiés par des microlithes (1). Les particules vitreuses dont nous venons de parler sont isotropes; si le champ du microscope s'illumine en certains points, ce phénomène peut être dû à la présence de minéraux, renfermés dans ces esquilles vitreuses; elle peut être provoquée aussi par une tension moléculaire, dont on observe quelquefois les effets au voisinage des bulles.

Ces détails sur la microstructure des particules vitreuses du

(1) De même qu'on peut distinguer macroscopiquement des ponces acides ou basiques, on peut aussi reconnaître sous le microscope les produits de trituration de ces deux séries de roches vitreuses. Les premières donnent des fragments souvent incolores et plus allongés; les secondes montrent des fragments d'une teinte plus foncée et les bulles gazeuses y sont plus arrondies.

Krakatau se retrouvent identiquement les mêmes pour les substances, que nous avons déterminées comme cendres volcaniques dans les sédiments de mer profonde. Leur structure bulleuse, leur mode de projection et leurs dimensions sont extrêmement favorables au transport par les courants aériens. On doit admettre cependant que, dans les sédiments pélagiques, une grande partie de ces esquilles vitreuses n'y sont pas arrivées à l'état de cendres proprement dites; mais qu'elles proviennent de la trituration des ponces flottantes dont nous avons signalé plus haut un si frappant exemple. On comprendra qu'il est à peine possible d'établir une différence entre les cendres volcaniques projetées comme telles du cratère, et les débris pulvérulents qui proviennent de l'usure des ponces nageant à la surface des eaux. De même que nous le constatons pour les produits incohérents du Krakatau, nous trouvons que les cendres volcaniques, distribuées sur le fond des mers, contiennent beaucoup moins de minéraux pyrogènes que d'esquilles vitreuses. Il n'est pas difficile d'interpréter ce fait, lorsqu'on tient compte du mode de formation et des agents de transport des produits volcaniques pulvérulents.

Indiquons maintenant les minéraux que l'on peut déterminer avec certitude dans les cendres de cette grande éruption; ce sont les mêmes que nous avons toujours observés associés aux esquilles vitreuses, dans les sédiments pélagiques. On peut dire d'une manière générale que tous les cristaux sont fracturés, excepté ceux recouverts par la matière vitreuse. Cet enduit est souvent craquelé et bulleux; nous n'avons pas remarqué dans les cendres du Krakatau les globules de verre que l'on a souvent observés attachés aux minéraux des cendres volcaniques, pas plus que nous n'y avons constaté la présence de filaments vitreux rappelant les cheveux de Pélé. Les minéraux des cendres du Krakatau susceptibles d'une détermination rigoureuse sont le plagioclase, l'augite, le pyroxène rhombique et la magnétite (1). Nous allons montrer les particularités qui distinguent chacune de ces espèces.

Parmi ces minéraux, on doit signaler en premier lieu le feldspath

(1) Dans les travaux récents sur les cendres du Krakatau on a signalé comme minéraux accidentels, la pyrite, l'apatite et probablement aussi la biotite. Il est à remarquer cependant que les espèces qui viennent d'être énumérées ne peuvent jouer qu'un rôle bien subordonné en comparaison des particules vitreuses et des minéraux, que nous avons mentionnés.

plagioclase; il y est néanmoins très rare en comparaison des esquilles vitreuses. Ses dimensions sont à peu près les mêmes que celles des particules de verre volcanique et, sauf le cas où ce minéral est entièrement enveloppé d'une couche vitreuse, nous ne l'avons observé que sous la forme de fragments. On peut distinguer quelquefois des cristaux avec la macle de l'albite, et les résultats de l'analyse chimique montrent bien que c'est surtout un feldspath triclinique qui entre dans la composition de ces cendres. Mais les cristaux de feldspath les plus intéressants et les plus caractéristiques, quoique assez rarement représentés, se montrent sous la forme de tables rhombiques d'une extrême minceur, et recouverts d'une fine dentelure de matière vitreuse. Ces cristaux, signalés par Penck (1) dans un grand nombre de lapillis et de cendres volcaniques, et sur la nature desquels des doutes avaient été soulevés, appartiennent incontestablement aux plagioclases; ils représentent un mélange isomorphe analogue à celui de la bytownite. C'est à M. Max Schuster (2) que nous devons cette détermination spécifique. Ayant rencontré dans les sédiments du Pacifique ces cristaux tabulaires rhombiques et possédant quelques bonnes préparations qui pouvaient être utiles à cet habile minéralogiste dans ses remarquables études optiques sur les feldspaths, nous les lui avons soumises. Il en a fait l'examen détaillé, dont on peut résumer comme suit les résultats. Ces observations s'appliquent parfaitement aux cristaux feldspathiques du Krakatau, aussi bien qu'à ceux découverts dans un grand nombre de sondages.

Ces plagioclases sont tabulaires suivant le klinopinakoïde, rarement on observe des individus du type prismatique, allongés suivant l'arête *P*/*M*. Ces cristaux tabulaires offrent la combinaison du klinopinakoïde avec *P* et *x*, plus rarement avec *Pu*, *y*; quelquefois *x* et *y* sont représentés en même temps. Dans le premier cas les cristaux offrent des formes rhombes, dans le second ils sont allongés suivant *x* ou suivant *P*. Les dimensions des cristaux varient entre $0^{mm},61$ de largeur et 1 millimètre de longueur maximum et $0^{mm},015$ de largeur et $0^{mm},042$ de longueur minimum. L'extinction du plagioclase est négative. Sa valeur varie entre 22° et 32° sur le klinopinakoïde et entre 8° et 16° sur la base. La valeur moyenne d'un

(1) Penck, *Studien über lockere vulkanische Auswürflinge* (Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellschaft, 1878).

(2) Schuster, *Bemerkungen zu E. Mallard's Abhandlung* Sur l'isomorphisme des feldspaths tricliniques, *etc.* (Min. petr. Mitth., 1882, p. 194).

grand nombre de mesures prises sur de bons cristaux est de 24° 12′, 25° 6′ et 29° 6′ sur le klinopinakoïde, 10° 42′ d'un côté et 10° 13′ de l'autre côté de la ligne de macle sur la base. Les individus polysynthétiques, formés par les macles répétées de l'albite, sont très rares. Le feldspath en question est donc, au point de vue optique, à classer entre le labrador et la bytownite. Les combinaisons maclées les plus fréquentes et les plus intéressantes sont, outre les macles de l'albite, celles où on a pu constater les arêtes *P*/*M* et *P*/*k* comme axes d'hémitropie, et comme plan de macle les faces *P* et *k*.

Ces cristaux et ces fragments de plagioclase contiennent des inclusions de matière vitreuse; ils renferment quelquefois des grains de magnétite. Il se pourrait qu'un petit nombre de granules feldspathiques appartinssent à la sanidine, dont la présence est indiquée par la teneur en potasse ($K_2O = 0{,}97$ °/₀) que montre l'analyse suivante.

Nous avons dit que les minéraux pyroxéniques de ces cendres sont l'augite et un pyroxène rhombique. Ils apparaissent ordinairement au microscope sous la forme de fragments. On peut obtenir des cristaux terminés de ces espèces en les isolant par un traitement à l'acide fluorhydrique. Les cristaux d'augite montrent les faces du prisme, du brachypinakoïde et laissent entrevoir des faces de pyramide. Ce minéral est pléochroïque, d'une teinte verdâtre avec extinction oblique. C'est ce caractère optique qui permet de le distinguer du pyroxène rhombique auquel il est associé. Ce dernier minéral est transparent, d'une couleur brun foncé fortement dichroïque dans les teintes brune et verte; il est cristallisé sous la forme de prismes rectangulaires terminés par une pyramide et les cristaux éteignent, entre nicols croisés, parallèlement aux arêtes longitudinales. Le fer magnétique, qui paraît assez abondant, se retrouve dans les préparations microscopiques sous la forme de grains opaques irréguliers ou en cristaux octaédriques. Nous n'avons pu déceler ni la hornblende ni l'olivine. Les grains les plus grossiers de ces cendres sont quelquefois de véritables lapillis microscopiques, où l'on découvre dans une base vitreuse des cristaux microlithiques de feldspath, de la magnétite et plus rarement de l'augite. Enfin on observe au microscope des particules d'origine organique que l'on peut reconnaître à leur structure fibreuse ou réticulée; ces impuretés doivent avoir été transportées par les vents ou provenir du sol sur lequel on a recueilli les cendres. Malgré toutes les incertitudes que présente la diagnose exacte de

ces poussières volcaniques, on peut cependant les considérer comme offrant, au point de vue de la composition minéralogique, des analogies avec les andésites augitiques. On sait d'ailleurs que c'est à ces roches que l'on doit rapporter les laves du volcan Krakatau.

Des cendres tombées à Batavia le 27 août 1883, envoyées en Hollande par M. Wolff résidant en cette ville, nous ont donné les résultats suivants à l'analyse :

I. 1,199 gramme de substance séchée à 110° et fusionnée par les carbonates de soude et de potasse donna = 0,7799 gr. de silice, 0,1754 gr. d'alumine, 0,0911 gr. de peroxyde de fer, 0,0401 gr. de chaux et 0,0398 gr. de pyrophosphate de magnésie répondant à 0,01434 gr. de magnésie (1).

II. 1,222 gramme de substance séchée à 110° donna 0,0335 gr. de perte au feu (eau, substances organiques et chlorure de sodium); attaquée par l'acide fluorhydrique et sulfurique, elle donna 0,1161 gr. de chlorures de sodium et de potassium et 0,0613 gr. de chloroplatinate de potassium, ce qui répond à 0,0118 gr. de potasse et à 0,0188 gr. de chlorure de potassium; par différence on a 0,0973 gr. de chlorure de sodium, ce qui répond à 0,05163 gr. de soude.

III. 1,7287 gramme de substance séchée à 110° fut traitée en tube scellé par l'acide fluorhydrique et sulfurique. On employa pour l'oxydation 2,3 c. c. de permanganate de potasse (1 c. c. = 0,0212 gr. FeO), ce qui répond à 0,04876 gr. de protoxyde de fer.

	I.	II.	III.	
SiO_2	65.04	—	—	65.04
Al_2O_3	14.63	—	—	14.63
Fe_2O_3	4.47	—	—	4.47
FeO	—	—	2.82	2.82
MnO	traces	—	—	traces
MgO	1.20	—	—	1.20
CaO	3.34	—	—	3.34
K_2O	—	0.97	—	0.97
Na_2O	—	4.23	—	4.23
Perte au feu	—	2.74	—	2.74
				99.44

(1) Une détermination d'acide titanique, faite après la publication de cette analyse, a donné 0,62 %.

[redacted]

On comprend qu'il n'est guère possible de soumettre cette analyse à une discussion. L'abondance des particules vitreuses dans ces cendres rend illusoire le calcul des valeurs obtenues et la répartition des substances entre les diverses espèces minérales constitutives. Cette matière vitreuse peut, en effet, contenir une quantité indéterminée des différentes bases. D'un autre côté, les difficultés de ces calculs sont d'autant plus grandes que les minéraux constitutifs de ces cendres doivent renfermer comme isomorphes les bases que décèle l'analyse. Il n'en reste pas moins vrai cependant que la composition centésimale exprimée par l'analyse appuie les déterminations minéralogiques précédentes, sans permettre toutefois de les préciser; elle se concilie avec l'interprétation que le magma, d'où ces cendres ont pris naissance, répond aux andésites augitiques.

Les fragments vitreux et les minéraux de Krakatau que nous venons de décrire, étant identiques avec ceux que nous découvrons dans les sédiments de mer profonde, nous pouvons conclure que ceux-ci ont une origine analogue à ces cendres volcaniques. Dans certains sondages, la hornblende prédomine sur l'augite, dans d'autres cas, le mica noir est abondant; quelquefois nous découvrons du péridot en cristaux plus ou moins fragmentaires, de la sanidine, plus rarement de l'amphigène et de l'haüyne. On comprendra aisément ces différences, si l'on tient compte de la nature du magma qui a donné naissance aux cendres distribuées dans ces diverses régions de la mer. Dans tous les cas, c'est la prédominance des particules vitreuses, caractérisées par leur structure spéciale, qui nous indique de la manière la plus concluante la nature volcanique des matières minérales d'un sédiment.

Si nous envisageons les conditions qui président à la distribution des cendres dans l'atmosphère ou sur le fond des mers, on se rend compte de cette prédominance des particules vitreuses sur les minéraux volcaniques. On peut dire d'une manière générale qu'on ne doit pas s'attendre à voir les matières éruptives incohérentes présenter une composition absolument identique à celle des masses ignées qui s'épanchent du cratère et à celle des produits meubles, lapillis, bombes volcaniques et scories, projetés à petite distance du foyer. En admettant qu'il existerait, au sortir du cratère, entre les laves et les matières pulvérulentes d'une même éruption, une identité parfaite chimique et minéralogique, et que

les cendres seraient le produit de la trituration de laves figées, on comprend que celles-là, portées au loin par les vents, doivent subir, dans leur trajet au travers de l'atmosphère, un véritable triage d'après le volume et le poids spécifique des éléments amorphes ou cristallins constitutifs. Il en résulte que, suivant les points où elles furent recueillies, des cendres volcaniques peuvent, tout en appartenant à la même éjaculation, présenter des différences qui ne portent pas seulement sur la dimension des grains, mais encore sur les minéraux qui les constituent.

Il est évident que par ce mode de transport, les particules vitreuses seront amenées à des distances plus considérables du centre d'éruption que les minéraux qui leur sont associés. Nous devons noter en outre qu'à la sortie du cratère, elles sont plus abondantes dans les cendres que les minéraux; qu'elles possèdent des particularités de structure qui permettent aux courants aériens de s'emparer d'elles et de les entraîner au loin. Ces esquilles vitreuses formées d'une matière silicatée, où les bases les plus lourdes n'entrent dans la composition que pour une petite partie, sont criblées de bulles gazeuses qui abaissent leur densité, en même temps qu'elles déterminent une fragmentation en particules extrêmement fines. Les minéraux des cendres volcaniques au contraire ne possèdent pas cette structure bulleuse, ils ne sont pas non plus dans cet état de tension des poussières vitreuses brusquement refroidies : ils ne se réduisent donc pas aussi facilement en poudre impalpable et d'une extrême légèreté. Enfin plusieurs de ces espèces minérales volcaniques, grâce aux bases qui jouent le rôle principal dans leur composition, ont un poids spécifique élevé : elles ne seront donc pas entraînées si loin du foyer que les particules vitreuses. Dans tous les cas, celles-ci constitueront la partie essentielle de tout sédiment formé de cendres volcaniques.

Les observations que l'on a réunies jusqu'ici sur la répartition des cendres volcaniques du Krakatau, offrent un nouvel exemple des faits que nous venons d'indiquer. A mesure qu'on s'éloigne du volcan, les cendres recueillies sont de moins en moins riches en minéraux. C'est ainsi que, d'après une communication verbale de M. Judd, les cendres trouvées au Japon après l'éruption d'août 1883 ne contiennent déjà presque plus de pyroxène ni de magnétite.

Si l'on tient compte des remarques qui précèdent, on peut indiquer les caractères auxquels on reconnaîtra avec le plus de probabilité si, dans un sédiment atmosphérique recueilli en Europe, des poussières dérivent de l'éruption du Krakatau : il convient

avant tout de rechercher la présence de particules vitreuses; leurs caractères diagnostiques sont si tranchés que tout micrographe peut aisément déceler leur présence. D'un autre côté, les cristaux d'hypersthène, d'augite, ou des granules magnétiques, sans particules vitreuses, ne prouvent pas d'une manière bien certaine que le sédiment appartient aux cendres de ce volcan : on ne comprend pas pourquoi ces minéraux lourds auraient été charriés par les courants alors que les esquilles vitreuses seraient absentes.

On peut en outre déduire, comme corollaire des faits signalés plus haut, que la composition chimique des cendres variera suivant les points où elle furent recueillies et qu'elle tendra même, toutes choses égales d'ailleurs, à devenir plus acide à mesure que l'on s'écarte du centre d'éruption. Si l'on admet, par exemple, que le magma qui a donné naissance aux cendres du Krakatau est celui des andésites augitiques, comme tout semble l'indiquer, la teneur en silice (65 °/₀) de l'analyse précédente paraît trop élevée; mais si l'on tient compte, de ce que les cendres doivent s'appauvrir, durant le trajet, des éléments les plus lourds, qui sont en même temps les plus basiques, on comprend que les matières vitreuses et feldspathiques, qui ont un poids spécifique moins élevé, en même temps qu'elles sont plus acides. iront s'accumuler plus loin du volcan. Il suffit d'attirer l'attention sur ce point pour montrer comment la teneur en silice des cendres volcaniques d'une même éruption peut varier, suivant qu'elles sont recueillies à des distances variables du cratère.

La prédominance des esquilles vitreuses dans les sédiments pélagiques est encore plus prononcée que dans les cendres volcaniques recueillies sur les terres. Cela tient, comme nous l'avons indiqué en commençant, au grand nombre de ponces flottantes portées vers la haute mer, et dont les produits de trituration donnent naissance à une poussière vitreuse qu'il est difficile de distinguer des esquilles projetées des volcans à l'état de cendres impalpables. Disons aussi que la distribution des matières volcaniques incohérentes sur le fond des mers est soumise à un mode de lévigation ayant quelque analogie avec ce que nous constatons pour le triage des cendres transportées par les courants aériens. Lorsque ces cendres viennent à tomber dans les eaux, les particules les plus lourdes, cédant à la pesanteur, atteignent le fond les premières, et viennent former la couche inférieure du dépôt. Les plus légères, plus lentes dans leur chute, s'accumulent sur celles entraînées plus rapidement. Il se forme ainsi une stratification

des éléments d'une même éruption. Nous en avons un très bel exemple dans un fragment de tuff sous-marin du centre du Pacifique, par lat. 22° 21′ S., long. 150° 17′ O. Cet échantillon est entièrement recouvert de manganèse; on y remarque à la base d'assez grands cristaux de hornblende et des particules de magnétite. Cette couche inférieure est surmontée d'une zone où ces minéraux et les grains les plus grossiers passent graduellement vers le haut à un amas stratifié où le feldspath, les débris de ponce vont en se multipliant, en même temps qu'ils diminuent de volume.

Nous n'avons pas à nous occuper ici du mode de formation des cendres volcaniques ni de celles du Krakatau en particulier; il suffira d'indiquer que, dans les poussières du volcan, nous retrouvons certains caractères de nature à faire pencher l'opinion en faveur de l'interprétation consistant à envisager les cendres volcaniques comme formées par la pulvérisation d'une masse fluide par voie ignée, où nageaient des cristaux déjà formés. Dans ce magma les particules vitreuses, pulvérisées et projetées par les gaz, soumises à un refroidissement rapide durant leur transport, se brisent et se transforment en poussière impalpable.

Ce n'est pas seulement l'étude de la composition et l'examen microscopique de ces matières volcaniques qui conduit à cette conclusion; on y est amené aussi quand on envisage la prodigieuse quantité de cendres formée aux diverses éruptions du Krakatau. Il est difficile de concilier ces faits avec l'interprétation tendant à envisager ces cendres comme le résultat de la pulvérisation d'une roche déjà solidifiée dans le cratère. On ne comprend pas, en effet, comment en deux ou trois jours pourrait s'être formée, par ce procédé, l'immense quantité de poussières éjaculées par le volcan le 26 août 1883, et dans l'éruption du mois de mai, qui a été le prélude de la catastrophe.

DEUXIÈME PARTIE.

Pour expliquer les lueurs crépusculaires récemment observées, on n'a pas invoqué seulement la présence de particules volcaniques dans l'atmosphère, mais on a suggéré l'idée que ces phénomènes seraient dus à des matières d'origine cosmique disséminées dans les zones supérieures de l'air. Cette interprétation nous amène à ajouter à ce résumé de nos observations sur les cendres volcaniques, celles que nous avons eu l'occasion de faire relativement aux poussières cosmiques, que nous découvrons dans les sédiments des régions abyssales de la mer où les dépôts s'effectuent avec une extrême lenteur.

Dans notre travail sur les sédiments marins, nous avons indiqué l'aire de l'Océan sur laquelle sont distribuées les poussières d'origine extra-terrestre, et nous avons fait connaître les conclusions auxquelles nous conduit leur présence dans les sédiments argileux du centre du Pacifique.

On sait que l'air atmosphérique tient en suspension un nombre immense de corpuscules microscopiques organiques ou inorganiques. Parmi ces particules il en est auxquelles on attribue une origine extra-terrestre. Plusieurs savants, à la tête desquels viennent se placer : Ehrenberg, Daubrée, Nordenskiöld et Tissandier, ont étudié cet intéressant problème et ont présenté des faits à l'appui de la nature cosmique de certaines particules métalliques recueillies dans les précipitations atmosphériques. Mais des objections ont été soulevées contre l'origine extra-terrestre de bien des échantillons de poussières qu'on avait envisagés comme cosmiques.

On a souvent pu démontrer qu'elles étaient constituées des mêmes minéraux que ceux des roches affleurant dans les régions où ces matières pulvérulentes avaient été constatées. Les parcelles de fer métallique que l'on découvrait quelquefois dans les poussières de l'air atmosphérique pouvaient, à vrai dire, être considérées comme extra-terrestres; mais encore paraissait-il étonnant qu'on ne les trouvât jamais associées aux silicates qui, dans le plus grand nombre de météorites, forment la partie essentielle de ces roches. D'un autre côté, étant donnée la grande analogie de com-

position minéralogique des météorites, il paraissait étrange que les poussières dites cosmiques présentassent, dans les diverses régions où elles étaient recueillies, des caractères si variables au point de vue de la composition. On objectait aussi que le fer natif nickelifère et cobaltifère provenait des roches volcaniques décomposées et qui renfermaient ces substances métalliques : ce doute semblait bien naturel quand on tenait compte, dans notre cas en particulier, des nombreux fragments volcaniques en décomposition répandus sur le fond de la mer. On rappelait, en outre, que des recherches avaient montré que le fer natif se retrouve, quoique rarement, dans diverses roches et diverses couches sédimentaires; enfin on admettait aussi la possibilité d'une réduction de l'oxyde de fer en métal sous l'influence des substances organiques. On faisait encore valoir contre l'origine cosmique de ces particules métalliques, que de fines parcelles de fer natif pouvaient avoir été entraînées par les courants aériens : nos fourneaux, nos machines à vapeur, nos matériaux de combustion, les cendres des foyers et dans notre cas celles des steamers fournissent des quantités considérables de poussière de fer, et rien d'étonnant à ce que ce métal, le plus répandu à la surface du globe, abandonne aux courants aériens des particules qui, transportées par les vents, viennent retomber ensuite sur la terre.

Telles étaient les objections qui se présentaient d'elles-mêmes quand il s'est agi de se prononcer sur l'origine des particules que nous sommes amenés à envisager comme cosmiques. On montrera que plusieurs de ces doutes sont ébranlés par l'examen des conditions dans lesquelles furent trouvées les particules extraterrestres des sédiments d'eau profonde; et nous verrons que la plus grave des objections que l'on pouvait faire est levée par l'association des globules métalliques avec les corps les plus caractéristiques des météorites pierreuses.

Remarquons d'abord que la distance considérable des terres aux points où nous constatons ces corpuscules cosmiques dans les sédiments, tend à faire éliminer, dans une certaine mesure, les objections que peuvent soulever les particules métalliques trouvées au voisinage des centres habités; d'un autre côté, la forme et les caractères des sphérules que nous considérons comme d'origine extra-terrestre ne sont pas ceux des globules métalliques souvent recueillis sur les terres et sur la nature desquels des doutes avaient été soulevés. Jamais les globules magnétiques, que nous décrivons, ne sont creux ni allongés avec goulot; leur surface n'est pas

craquelée comme celle des globules trouvées aux environs des centres industriels, et avec lesquels nous les avons soigneusement comparés. Jamais non plus nos sphérules magnétiques avec centre métallique ne se rapprochent, ni pour la forme, ni pour la structure, des parcelles de fer natif signalées dans les roches éruptives; en particulier, dans les basaltes du nord d'Irlande, d'Islande, etc.

Après avoir relevé la plupart des objections, voyons les points sur lesquels nous nous appuyons pour admettre l'hypothèse que bon nombre de granules magnétiques trouvés sur le lit de la mer, et spécialement abondants aux points où les sédiments se déposent avec une excessive lenteur, doivent être envisagés comme ayant une origine extra-terrestre. Si l'on promène le barreau aimanté dans certains dépôts pélagiques, par exemple dans l'argile rouge du centre du Pacifique, on extrait des particules magnétiques, dont quelques-unes sont de la magnétite provenant des roches et des cendres volcaniques; elles sont souvent encore attachées à des fragments ou à des enduits vitreux. D'autres grains, également magnétiques, sont parfaitement isolés; ils diffèrent des premiers par des propriétés essentielles. D'ordinaire ils sont parfaitement sphériques et mesurent à peine $0^{mm},2$ de diamètre, généralement leurs dimensions sont beaucoup plus petites; leur surface est tout entière recouverte d'un enduit noir brillant d'oxyde de fer magnétique; souvent on observe à la périphérie des dépressions plus ou moins prononcées. Si l'on vient à briser un de ces sphérules dans un mortier en agate, l'enduit noir brillant se détache assez facilement, et l'on met à découvert un nucleus de métal grisâtre et ductile que l'on peut écraser sous l'effort du pilon. Ce centre métallique, traité sous le microscope par le sulfate acide de cuivre, se recouvre à l'instant d'une couche cuivreuse : on constate ainsi que le nucleus est du fer. Cependant quelques-uns des centres métalliques de ces globules magnétiques ne présentent pas cette réaction; ils ne se recouvrent pas d'une couche de cuivre. L'analyse chimique a montré qu'ils contiennent du nickel et du cobalt; probablement sont-ils formés d'un alliage de fer et de ces métaux, ainsi qu'on le constate souvent dans les météorites, peut-être aussi la présence en quantité assez grande de ces métaux empêche-t-elle le fer de montrer la réaction caractéristique de l'enduit cuivreux.

G. Rose a signalé à la périphérie de météorites riches en fer, un enduit d'oxyde magnétique, dont on comprend facilement la formation dans l'hypothèse de l'origine cosmique. En effet, les particules météoriques de fer natif, durant leur trajet au travers

de l'atmosphère, subissent une véritable combustion et, comme les parcelles de fer jaillissant de l'enclume, elles se transforment entièrement ou en partie en oxyde magnétique; dans ce dernier cas le nucleus est mis à l'abri de l'oxydation par l'enduit qui le recouvre.

On peut supposer que les météorites, en traversant l'atmosphère, se brisent en nombreux fragments, font jaillir autour d'elles des particules enflammées de fer métallique, dont les plus petits débris tombent à la surface du globe, sous forme d'oxyde de fer magnétique plus ou moins complètement fondu. Il est facile de montrer, par l'expérience, que des parcelles de fer, en brûlant, prennent la forme sphérique et qu'elles se revêtent d'une couche d'oxyde noir magnétique.

Fig. 2.



Sphérule noir avec centre métallique ($^{60}/_{1}$). Ce sphérule est recouvert d'un enduit brillant de magnétite; il représente la forme la plus commune. La dépression qu'on remarque à la surface s'observe presque toujours dans ces sphérules. Recueilli à 2,375 brasses, sud du Pacifique.

Fig. 3.



Sphérule noir avec centre métallique ($^{60}/_{1}$). L'enduit d'oxyde magnétique a été brisé pour mettre à découvert le nucleus métallique, indiqué par la partie éclairée vers le centre. Recueilli à 3,150 brasses dans l'Atlantique. Lumière réfléchie comme pour la figure 2.

On trouve, associés aux grains magnétiques que l'on vient de décrire, d'autres sphérules que nous considérons comme des *chondres*. Si l'interprétation d'une origine cosmique pour les granules magnétiques, avec centre métallique, ne paraissait pas établie d'une manière inébranlable, elle revêtirait un caractère de haute probabilité lorsqu'on tient compte de leur association avec les sphérules de silicates dont nous avons à parler. On verra par les détails micrographiques que les sphérules en question ont tout à fait la constitution et la structure des chondres, si fréquents dans les météorites du type le plus ordinaire. On sait, d'un autre côté, qu'on ne les a jamais signalés dans les roches d'origine terrestre.

La présence de ces corpuscules dans les sédiments marins et leur association avec les sphérules métalliques, est donc d'une importance capitale. Faisons connaître les traits qui distinguent ces globules de silicates et sur lesquels nous nous appuyons pour leur attribuer une origine cosmique.

Parmi les particules magnétiques extraites au barreau aimanté des sédiments pélagiques, on observe des granules un peu plus grands que ceux à enduit noir brillant décrits plus haut. Les sphérules en question sont brun-jaunâtre à éclat bronzé; au microscope, on remarque que leur surface est striée au lieu d'être lisse comme celle des sphérules à centre métallique. Leur diamètre n'atteint jamais un millimètre; il est d'environ $0^{mm},5$ en moyenne. Ils ne

Fig. 4.



Sphérule de bronzite ($^{25}/_{1}$) montrant l'aspect des chondres trouvés dans les sédiments de mer profonde. Recueilli à 3,500 brasses, sud de l'océan Pacifique.

sont jamais parfaitement sphériques, comme c'est le cas pour les globules noirs brillants; on voit presque toujours à la surface un enfoncement plus ou moins prononcé. L'examen microscopique montre que les lamelles qui les constituent sont appliquées les unes contre les autres, affectant une disposition radiale excentrique. C'est la structure radiale feuilletée (*radial-blättrig*) caractéristique des chondres de bronzite qui domine dans nos préparations; nous y avons entrevu beaucoup plus rarement la structure grenue des chondres à olivine, et encore ne donnons-nous cette dernière indication qu'avec doute, vu les difficultés d'observation. La figure n° 4 montre ces caractères de texture tels qu'ils apparaissent sous un grossissement d'environ $^{25}/_{1}$.

Les petites dimensions de ces globules et la friabilité due à leur texture lamellaire rendent le polissage difficile; nous avons dû les étudier à la lumière réfléchie, ou nous borner à en examiner de minces éclats. Ces chondres se brisent suivant les lamelles; on observe qu'elles sont extrêmement fines et parfaitement transparentes. En s'orientant sur les clivages, on constate qu'elles ont les extinctions du système rhombique; à l'aide du condenseur on voit qu'elles sont à un axe optique; on constate aussi que lorsque plusieurs de ces lamelles sont attachées, elles éteignent sensiblement en même temps; tout porte à croire qu'elles forment un seul individu.

Si l'on étudie ces éclats transparents et très minces à l'aide des forts grossissements du microscope, on découvre qu'ils sont criblés d'inclusions brun-noirâtre disposées avec une certaine symétrie et offrant des contours vaguement réguliers rappelant les cristallites : nous rapportons ces inclusions au fer magnétique. Leur présence explique comment ces sphérules de bronzite se laissent extraire à l'aimant, tout en étant cependant beaucoup moins magnétiques que les sphérules noirs à enduit luisant et centre métallique.

Nous rapportons ces chondres à la bronzite plutôt qu'à l'enstatite, à cause de la teinte un peu foncée qu'ils présentent. Ils sont insolubles dans l'acide chlorhydrique; le peu de substance à notre disposition ne nous a permis que d'en faire l'analyse qualitative : ils renferment de la silice, de la magnésie et du fer.

Nous devons nous borner à ces détails succincts; mais nous croyons en avoir dit assez pour montrer que ces corps globulaires se rapprochent par tous leurs caractères essentiels des chondres des météorites dont, dans notre pensée, ils partagent le mode de formation. Ajoutons encore que nous trouvons ces sphérules, non seulement dans les sédiments, mais aussi dans les concrétions de manganèse. Si l'on vient à écraser les nodules manganésifères ou les enduits de cette substance qui recouvrent les dents de squales, on peut extraire à l'aide du barreau aimanté des sphérules métalliques et silicatés qui sont identiquement les mêmes que ceux que l'on recueille dans les sédiments qui renferment ces nodules.

Nous avons examiné récemment les poussières obtenues comme résidu de la fusion des neiges qui recouvrent le sommet du Ben Nevis, près du nouvel observatoire météorologique. Les sédiments atmosphériques tombés dans cette région élevée et isolée ne nous ont pas montré de particules volcaniques ou de sphérules analogues

à ceux que nous avons décrits dans cette notice. Les poussières de Ben Nevis, que nous avons étudiées au microscope, sont composées surtout de parcelles de houille, de fragments de scories et de grains de quartz. Nous avons constaté en outre des débris de minéraux de toutes formes et de dimensions variables; nous pouvons signaler parmi les espèces observées : la calcite, le mica et l'augite (?) et quelques grains de roches. A ces matières minérales étaient associés des fibres végétales, des éclats limoniteux, de l'étain, etc. : tout nous indique pour ces poussières une origine terrestre.

Afin de donner une idée de la facilité avec laquelle les vents peuvent transporter ces matières au sommet de cette montagne, il suffira de rappeler que le météorologiste, M. Omond, nous a envoyé des fragments de roches cristallines dont quelques-uns mesuraient 2 centimètres de diamètre et qu'il avait ramassés sur la neige près de l'observatoire, le lendemain de l'ouragan du 26 janvier 1884.

Pour permettre de poursuivre les études sur les poussières atmosphériques, on vient de prendre des dispositions spéciales dans le but de les recueillir au sommet du Ben Nevis dans les conditions les plus favorables.

NOTICE

SUR

LA CLASSIFICATION, LE MODE DE FORMATION

ET LA

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

DES

SÉDIMENTS DE MER PROFONDE

par John MURRAY,
Directeur de la Commission du *Challenger*,
et A. F. RENARD,
Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique.

La mer est l'agent de la dynamique externe du globe dont les effets sont le plus profondément empreints à la surface de notre planète; cependant l'attention des géologues n'a été guère attirée que sur son action au voisinage immédiat des continents. Il est incontestable que c'est aux phénomènes qui se passent près des côtes et sous des eaux peu profondes qu'on doit rapporter la formation des dépôts marins, qui constituent la plus grande partie de couches sédimentaires. L'exploration du fond des mers a révélé l'existence de sédiments de nature spéciale qui se forment au large dans la zone littorale d'eau profonde ou qui se déposent, loin des côtes, dans les grandes dépressions océaniques. Les dépôts de la zone littorale d'eau profonde ne diffèrent pas qualitativement des matières qui s'accumulent près du rivage, et qui forment une étroite ceinture autour des continents; ils ne s'en distinguent que par l'atténuation du grain et parce qu'ils se déposent sous des eaux plus profondes; les éléments qui en constituent la partie essentielle sont de même nature que ceux qui bordent immédiatement les terres. Quant aux sédiments pélagiques proprement dits, leur

composition ne pouvait guère être soupçonnée avant les croisières scientifiques entreprises dans le but d'explorer les abîmes de la mer. Ces matières, qui s'accumulent en dehors de l'action mécanique de l'eau, dans les régions les plus éloignées des terres, aux points où ni l'érosion ni le transport ne peuvent exercer une influence sensible, présentent des particularités remarquables que nous nous proposons de décrire. Sans nier que l'action mécanique des eaux ne puisse, dans des circonstances exceptionnelles, se faire sentir à de grandes profondeurs, il n'en est pas moins vrai que les eaux agitées de la mer, considérées comme agent géologique, ne produisent leur effet principal que sur une zone relativement étroite, bordant les continents ou les îles. Le Pacifique nous offre des aires de milliers de milles où n'affleure aucune terre, et l'Atlantique nous présente des conditions analogues. Que se passe-t-il sur ces vastes régions où les vagues ne peuvent exercer d'action mécanique sur aucun objet solide? Nous répondrons à cette question en faisant connaître les résultats de l'examen des sédiments de mer profonde.

L'étude des dépôts pélagiques, obtenus par les dragages et les sondages des océans, montre que leur nature organique et minéralogique, leur mode de formation, leur distribution géographique et bathymétrique mènent à des déductions présentant un puissant intérêt au point de vue géologique. Les données que nous ferons connaître sur la composition de ces sédiments et sur leur distribution nous permettent d'esquisser pour la première fois les grandes lignes d'une carte géologique du fond des océans actuels.

Nous nous réservons de traiter ailleurs l'historique des études sur les dépôts terrigènes de la zone littorale d'eau profonde et sur les sédiments pélagiques proprement dits. Dès les premières explorations sous-marines, entreprises dans le but de déterminer la profondeur des grandes mers, on avait recueilli à l'aide de la sonde de petites quantités de vase ou de boue, qui avaient été l'objet de [illegible] à rappeler ici les observations de Ross, de [illegible] et de [illegible]. Ces recherches, quoique [illegible] au point de vue [illegible] des [illegible] moyen [illegible] la classification [illegible]



Dès que des sondages systématiques furent inaugurés, dans le but d'établir les communications télégraphiques entre l'Europe et l'Amérique, l'intérêt pour ces recherches s'éveilla chez une foule de savants qui en pressentirent l'importance pour la biologie et la géologie : les travaux de Wallich, d'Huxley, d'Agassiz, de Pourtalès, de Carpenter, de Wyville Thomson et de beaucoup d'autres nous en donnent la preuve. Mais ces naturalistes, sans négliger toutefois l'étude minéralogique et chimique des échantillons ramenés des grands fonds, s'occupèrent surtout des questions relatives aux organismes qu'ils découvraient.

La quantité relativement petite de sédiment qu'ils recueillaient à l'aide de leurs appareils et l'aire limitée sur laquelle portaient leurs investigations ne permettaient guère d'indiquer des lois générales sur la constitution et la distribution géographique ou bathymétrique de ces dépôts. Cependant ces recherches, qui révélaient un monde nouveau, montrèrent l'importance géologique de l'étude des dépôts de mer profonde; elles ouvrirent la voie aux expéditions organisées dans le but spécial d'explorer scientifiquement les bassins océaniques.

La croisière du *Challenger* tient incontestablement le premier rang parmi celles qui vinrent le plus enrichir nos connaissances sur les sédiments de mer profonde. Durant cette expédition, M. Murray réunit une quantité considérable de matériaux. Par ses soins, ces précieux documents furent ramenés en Angleterre pour être soumis à un examen détaillé. Il fit connaître dans plusieurs notices préliminaires la nature des matières qui se déposent sur le lit des grands océans. Dans le but d'étudier le sujet à la fois au point de vue biologique et minéralogique, M. Renard fut associé à M. Murray pour décrire ces sédiments.

Outre les importantes collections du *Challenger,* nous avons eu à notre disposition les sédiments recueillis par les expéditions anglaises du *Porcupine,* du *Buldog,* du *Valorous,* du *Nassau,* du *Swallow* et du *Dove.* M. le professeur Mohn nous a confié les dépôts dragués par l'expédition norwégienne dans l'Atlantique du Nord. Enfin nous devons au Coast Survey des États-Unis et à M. Agassiz l'importante série de sondages exécutés par les navires américains le *Blake,* le *Tuscarora* et le *Gettysburg.* On peut donc avancer que les études auxquelles nous nous sommes livrés ont porté sur l'ensemble des matériaux recueillis par presque toutes les grandes expéditions sous-marines.



Malgré un travail assidu de plusieurs années, l'examen et la description de ces grandes collections de sondages ne sont pas encore terminés; toutefois nos recherches sont assez avancées pour permettre d'établir quelques-unes des conclusions qui nous paraissent avoir une certaine portée. Nous les indiquons dans cette notice préliminaire, qui comprendra la description des caractères généraux des variétés principales de sédiments, leur répartition géographique et l'exposé sommaire des méthodes et du plan que nous avons suivis dans notre travail.

Tous les détails relatifs à ces recherches seront consignés dans notre Rapport sur les sédiments de mer profonde qui clôturera la série des mémoires sur l'expédition du *Challenger*. Nous y publierons les cartes indiquant la répartition des dépôts pélagiques, les planches montrant les principaux types de sédiments et un nombre considérable d'analyses donnant la composition chimique mise en rapport avec la constitution minéralogique des sondages. La description de chacun des sondages ou des dragages sera accompagnée de l'indication des organismes recueillis en même temps que le sédiment; de cette manière notre travail fournira toutes les indications biologiques et minéralogiques que nous possédons sur les fonds des mers et sur les organismes qui les peuplent; enfin nous établirons les conclusions auxquelles nous serons amenés et que nous ne pouvons encore qu'esquisser aujourd'hui.

Avant d'aborder les sujets que nous avons à traiter dans cette notice, nous croyons devoir insister sur les difficultés qui accompagnent nécessairement le genre d'étude que nous avons entrepris. Elles dérivent du peu de substance dont généralement on peut disposer pour établir les caractères d'un sondage. Comme nous nous sommes efforcés de déterminer avec toute l'exactitude possible la composition du sédiment pour un point donné, nous avons toujours décrit les matériaux recueillis dans les sondages. Ceux qui proviennent de dragages nous offrent à vrai dire plus de substance, mais celle-ci ne représente pas le sédiment normal : les méthodes suivies pour la recueillir déterminent un triage pendant que la drague balaye le fond et qu'on la remonte. Cependant nous avons toujours examiné avec soin les matières sédimentaires ramenées par les dragages, quoique nous soyons persuadés qu'elles ne montrent pas aussi exactement la nature des dépôts pour un point donné que ne le feraient les échantillons recueillis à l'aide de la sonde. Nous avons donc, autant qu'il était possible, pris comme



point de départ de nos descriptions les matières renfermées dans le tube de sondage, malgré les difficultés que présentait la description des quantités souvent minimes de vase obtenues par ce procédé. Le peu de substance que pouvaient recueillir les premiers explorateurs des mers profondes, à l'aide des appareils dont ils disposaient, ne permettait guère, avons-nous dit, d'arriver à des résultats généraux; mais lorsqu'on peut s'aider dans la détermination des sondages par les matières ramenées des mêmes points en quantité assez considérable à l'aide de la drague, il devient plus aisé de préciser la nature générale d'un sédiment.

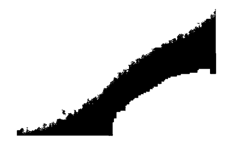
Presque toujours nous avons dû lutter contre des difficultés inhérentes à la nature même de ces sédiments : nous voulons parler de la finesse du grain et du mélange de particules organiques et inorganiques. Malgré tous les perfectionnements récemment introduits dans l'étude microscopique des minéraux, on comprend que l'examen de fragments extrêmement petits ne permet pas d'appliquer toutes les ressources de cet instrument. La détermination de ces dépôts marins est rendue plus compliquée par la présence d'une quantité considérable de matière minérale amorphe, par le mélange de coquilles, de squelettes et de particules infinitésimales d'origine organique. On doit remarquer aussi que nous avons presque toujours affaire à des minéraux fragmentaires, plus ou moins altérés par l'action chimique de la mer et dont les caractères distinctifs sont souvent effacés.

Ce qui rend enfin ces recherches difficiles, c'est la détermination de l'origine et du mode de formation de ces matières sédimentaires, sur lesquelles les connaissances étaient en quelque sorte dans l'enfance au début de l'exploration des mers profondes. Dans ces études il faut tenir compte d'une foule de conditions spéciales et d'agents : les courants océaniques, la distribution de la température à la surface et au fond des océans, la répartition des organismes considérée dans ses rapports avec la température et la densité de l'eau; la limite de transport par les vagues et les eaux courantes, l'influence des glaces flottantes qui entraînent loin des côtes les particules minérales. Il est nécessaire en outre de ne pas perdre de vue les réactions chimiques qui se passent dans les grandes profondeurs. En un mot, il faut faire appel à tous les renseignements que peuvent fournir les sciences biologiques et physiques. On comprendra que la tâche que nous avons entreprise présente de sérieuses difficultés, comme d'ailleurs toute exploration

d'un nouveau champ scientifique, et qu'elle réclame des efforts soutenus pour être menée à bonne fin.

En publiant ce résumé succinct des méthodes que nous avons suivies, de la nomenclature que nous avons adoptée et de nos recherches sur l'origine des sédiments pélagiques et des zones littorales de mer profonde, notre but est surtout de le présenter comme un plan de travail et de le soumettre à une critique éclairée.

Avant d'indiquer les méthodes que nous avons appliquées, de décrire les diverses variétés de sédiments qui se forment au fond des grandes mers et de montrer leur distribution géographique et bathymétrique, nous ferons connaître en quelques mots les matières que nous avons pu déterminer comme éléments constitutifs de ces dépôts; nous essayerons d'en retracer l'origine, de signaler les agents qui concourent à leur transport et à leur sédimentation, enfin nous dirons les modifications qu'elles subissent.

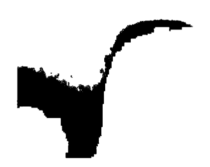


MATÉRIAUX DES SÉDIMENTS PÉLAGIQUES.

Si l'on envisage au point de vue de leur origine les matériaux qui concourent à former les dépôts que nous avons à décrire, on peut les classer en deux groupes : ils sont de nature minérale ou organique.

Les particules minérales amenées à la mer ont des formes et des dimensions qui varient suivant les agents qui déterminent leur transport. On peut dire, d'une manière générale, que leurs dimensions diminuent en raison de la distance à la côte; mais nous avons à nous occuper ici exclusivement des caractères minéralogiques de ces matières. On trouve dans les sondages et les dragages des fragments de roches et de minéraux isolés, qui dérivent des formations cristallines, schisto-cristallines, des roches clastiques et sédimentaires. D'après la nature de la côte voisine, ils appartiennent aux roches granitiques, dioritiques, diabasiques, porphyriques, etc., aux schistes, aux calcaires anciens et aux formations sédimentaires de toutes les périodes géologiques. Ils sont associés aux minéraux qui dérivent de leur désintégration : le quartz, les feldspaths monoclinique et tricliniques, la hornblende, l'augite, les pyroxènes rhombiques, l'olivine, la muscovite, la biotite, la magnétite, le fer titané, la tourmaline, le grenat, l'épidote et d'autres minéraux secondaires. La trituration et la décomposition de ces roches et de ces minéraux donnent naissance à des particules plus ou moins amorphes, dont les caractères distinctifs sont très vagues, mais dont le mode de formation et l'origine sont indiqués par leur association avec les roches et les minéraux que nous avons mentionnés.

Il est incontestable que les débris des roches continentales auxquelles nous venons de faire allusion jouent le rôle le plus important au voisinage immédiat des côtes. Nos recherches montrent en effet que, lorsqu'on s'avance vers les parties centrales des grands bassins océaniques, ces débris terrigènes disparaissent graduellement et qu'ils sont remplacés par des substances minérales provenant des roches volcaniques modernes : les basaltes, les trachytes, les andésites augitiques et les variétés vitreuses de ces familles lithologiques : les ponces et les produits volcaniques incohérents. Ces substances minérales sont en général extrêmement divisées et poreuses; elles sont donc aisément attaquables par l'eau de mer dans laquelle elles séjournent. Cette action chimique décompose



les minéraux et les particules vitreuses; elle donne naissance dans des circonstances spéciales à la formation de produits secondaires. Dans certaines régions le lit de l'océan est recouvert de dépôts attribuables à cet agent : le plus important de ces produits est incontestablement la matière argileuse, que l'on trouve répandue sur les grands fonds associée à des concrétions de manganèse et de fer. Dans d'autres régions où ces réactions déterminent la décomposition des produits volcaniques en matière argileuse on constate en même temps la formation de zéolithes. Parmi les produits dus à l'influence chimique des eaux, combinée probablement à l'action des matières organiques, on peut mentionner la glauconie, des nodules phosphatiques et, dans certains cas douteux, des dépôts de silice. La décomposition des tissus des coquilles et des squelettes d'organismes vient ajouter à l'élément inorganique des sédiments de mer profonde de petites quantités de fer, de fluor et d'acide phosphorique. Mentionnons enfin la présence dans ces dépôts de substances extra-terrestres qui s'y décèlent sous la forme de poussière cosmique.

Il reste maintenant à envisager le rôle joué par les organismes dans la formation des dépôts marins. Les plantes et les animaux vivant à la surface de l'océan, le long des côtes et au fond de la mer sécrètent continuellement le carbonate de chaux et la silice contenus dans l'eau de mer. Leurs coquilles, leurs squelettes et leurs débris, venant s'accumuler sur le fond après la mort de ces organismes, donnent naissance à des dépôts calcareux et siliceux. Les vases calcaires sont formées des restes de coccosphères, de rhabdosphères, de foraminifères, de mollusques pélagiques et de mer profonde, de coraux, de polyzoaires, d'échinodermes, d'annélides, d'alcyonaires, etc. Les vases siliceuses sont constituées essentiellement par des frustules de diatomées, des squelettes de radiolaires et des spicules de spongiaires.

Si les organismes microscopiques pélagiques et de mer profonde que nous venons d'indiquer prennent la part la plus considérable dans la formation des sédiments de mer profonde, les vertébrés au contraire ne laisseraient guère de traces, n'était la présence d'un grand nombre de dents de squales, de caisses tympaniques et d'autres ossements de cétacés que l'on trouve localisés dans certaines régions de la mer. On observe souvent des otolithes de poissons dans les sédiments; mais à l'exception de deux vertèbres et d'une omoplate on n'a pas découvert d'ossements de ces êtres dans le grand nombre de dragages que nous avons étudiés.

AGENTS QUI CONCOURENT A FORMER LES SÉDIMENTS PÉLAGIQUES.

Après avoir énuméré les éléments variés qui constituent les dépôts dans la zone littorale profonde et sur les aires océaniques proprement dites, il importe de fixer l'attention sur les agents de transport et de distribution, et sur la sphère de leur action. Nous indiquerons en même temps les relations existant entre les éléments organiques et inorganiques des sédiments, et les lois qui régissent leur distribution.

Les agents atmosphériques attaquent continuellement les roches émergées, dont les débris meubles peuvent être entraînés par les courants atmosphériques ou par les eaux et être amenés enfin à l'océan sous la forme de particules solides ou en solution. Les vents, après avoir désagrégé les roches, peuvent en transporter des débris loin des continents et les abandonner sur les aires pélagiques; cédant à la pesanteur, ils viennent s'accumuler sur le fond et former une partie appréciable des sédiments qui s'y déposent. C'est ce que l'on constate sur la côte nord-ouest de l'Afrique et sur la côte sud-ouest de l'Australie. De même, lors des éruptions volcaniques, les poussières et les scories qui sont projetées dans l'air peuvent être entraînées à d'immenses distances par les courants atmosphériques et venir se déposer sur le lit des mers.

Mais c'est l'action de l'eau qui doit être considérée comme la plus puissante au point de vue de la formation et de la répartition des sédiments marins. Les eaux de l'océan sous la forme de vagues et de marées attaquent les côtes et en entraînent les débris à un niveau inférieur; les eaux courantes érodent la surface des terres et emmènent les fragments triturés à la mer. Indépendamment de l'action des vagues, il existe, le long des côtes, des courants plus ou moins constants qui peuvent porter au large du sable, du gravier et des cailloux; la limite de transport des matières terrigènes est comprise dans une zone qui s'étend depuis le rivage jusqu'à 100 ou 300 milles. Les vagues et les courants ne possèdent plus d'action érosive ou de transport à une profondeur qui dépasse 200 à 300 brasses, et pour qu'ils puissent produire alors des effets mécaniques, il est nécessaire que le fond de la mer présente une configuration spéciale. Il n'est pas impossible dans ce cas et dans celui de chaînes sous-marines, que le fond de la mer ne soit agité jusqu'à cette grande profondeur; on expliquerait ainsi les fonds pierreux qu'on

constate en ces points. Des observations faites sur les côtes de France ont montré que la boue est quelquefois déplacée même à une profondeur de 150 brasses. En admettant qu'il en soit ainsi sur certaines côtes, tout semble indiquer qu'à des profondeurs dépassant 100 brasses le mouvement des eaux se réduit à une vibration incapable d'exercer une action géologique.

Quoique les grands courants océaniques n'aient pas d'influence directe sur le fond de la mer, il n'en est pas moins vrai cependant qu'ils agissent indirectement sur la nature des sédiments : ainsi les organismes qui vivent dans le courant chaud équatorial forment une partie considérable des sédiments qui se déposent dans cette zone. Ces matières sédimentaires doivent donc différer beaucoup de celles qui s'accumulent dans les régions où l'eau froide est étalée à la surface. Nous ajouterons encore que la densité plus ou moins élevée des eaux superficielles est un facteur important de la distribution des organismes dans l'océan; elle influe par conséquent sur le caractère des sédiments.

Les observations thermométriques du *Challenger* montrent que les eaux froides se meuvent lentement sur les grands fonds de l'océan, qu'elles descendent des pôles vers l'équateur; toutefois on pourrait aisément prouver que ce mouvement extrêmement lent, affectant la masse entière des eaux profondes, ne peut avoir d'influence sur la répartition des sédiments marins.

Les glaces côtières détachées des glaciers et entraînées par les courants marins transportent des matières détritiques et les déversent dans l'océan à mesure qu'elles se fondent. C'est ainsi que dans les régions arctiques et antarctiques de la mer le caractère propre des sédiments est modifié par la présence de substances terrigènes apportées par les banquises. On peut retrouver ces boues glaciaires dans le Nord de l'Atlantique jusqu'à 36° de latitude, le long de la côte d'Amérique, et dans l'hémisphère Sud on les constate jusqu'à 40° de latitude environ.

Signalons ici que l'eau de mer ne peut retenir les particules minérales en suspension qu'un temps beaucoup moins long que l'eau douce : ce fait est d'une grande importance quand on veut préciser la limite à laquelle sont entraînées en haute mer les matières argileuses très fines et les particules charriées par les rivières. Dans cette zone d'atterrissement se forment les dépôts côtiers qui se différencient essentiellement des dépôts pélagiques.

Nous avons indiqué l'influence de la température et de la salure des mers sur la distribution des organismes de surface, dont les

restes forment une partie essentielle dans certains dépôts pélagiques. Nous devons mentionner aussi que la distribution bathymétrique des organismes calcareux est à son tour influencée par l'action chimique de l'eau de mer. Nous aurons l'occasion d'insister sur cette donnée, lorsque nous parlerons de la distribution des diverses variétés de dépôts et des relations qu'ils présentent dans les régions profondes de la mer où, ni l'action des rivières et des vagues, ni celle des courants superficiels ne peuvent se faire sentir.

MODE DE DESCRIPTION.

Nous donnons ici un exemple de la description d'un sédiment; tous les dépôts marins ont été décrits de la même manière.

Station 338. Lat. 21° 15′ S. Long. 14° 2′ O. 21 mars 1876; température de la surface, 76° 5′ Fahr.; température du fond, 36° 5′ Fahr.; profondeur, 1990 brasses.

VASE A GLOBIGÉRINES. — Le sédiment mouillé est blanc avec teinte rosée, granulaire, homogène; séché, il est très faiblement cohérent, ressemble à de la craie.

Carbonate de calcium, 90.38 °/o. — Restes de foraminifères pélagiques [80 °/o], coccolithes et rhabdolithes [9 °/o], millioles, discorbines et autres foraminifères, valves d'ostracodes, fragments de spicules d'échinodermes et quelques rares fragments de ptéropodes [1.38 °/o].

Résidu, 9.62 °/o brun-rougeâtre. — Il est formé de *Minéraux* [1.62] di. m. 0mm,45, fragments de feldspath, hornblende, magnétite, sphérules magnétiques, quelques granules de manganèse, ponce.

Organismes siliceux [1 °/o]. — Radiolaires, spicules de spongiaires et moules de foraminifères.

Matières amorphes [7 °/o]. — Matières argileuses avec beaucoup de particules minérales, de fragments de ponce et d'organismes siliceux.

La description des sédiments a été faite sur ce plan, auquel nous nous sommes arrêtés à la suite de nombreux essais. Ce n'est pas ici le lieu d'indiquer les raisons qui nous ont guidés en adoptant ce mode de description, ni d'exposer en détail les méthodes que nous avons appliquées d'une manière constante et systématique pour la détermination des sédiments pélagiques. Nous les exposerons dans l'introduction de notre Rapport, nous nous bornons à expliquer le sens des termes et des abréviations que nous avons employés.

La description commence par indiquer la nature lithologique du dépôt (*argile rouge, boue bleuâtre, vase à globigérines*, etc.), ensuite vient la détermination des caractères macroscopiques du dépôt.

Dans tous les cas où nous avons cru important de faire une analyse complète du sédiment, les résultats en sont consignés; mais comme il était impossible de recourir toujours à ce mode d'investigation, nous avons dû nous borner le plus souvent à déterminer quantitativement le carbonate de chaux. On a fait généralement cette évaluation en déterminant la quantité d'acide carbonique d'un gramme de substance séchée, qu'on attaquait à froid par l'acide chlorhydrique dilué. Mais comme, outre le carbonate de chaux, les sédiments contiennent souvent des carbonates de magnésie et de fer, le résultat obtenu en calculant l'acide carbonique entièrement lié à CaO n'est pas parfaitement exact. Cependant, puisque ces carbonates de magnésie et de fer sont d'ordinaire représentés par de petites quantités, les résultats que nous obtenons ainsi paraissent suffisamment exacts pour notre but. En effet, grâce au triage des matériaux pendant qu'on les recueille et durant leur transport, jamais, peut-on dire, deux échantillons de la même station n'ont donné la même teneur. Le chiffre qui suit les mots *carbonate de calcium* indique la teneur en $CaCO_3$, nous donnons ensuite la détermination générale des principaux organismes calcaires représentés dans le sédiment.

La partie insoluble dans l'acide chlorhydrique, après la détermination de l'acide carbonique, est désignée dans nos descriptions sous le nom de *résidu*. Le chiffre qui accompagne ce mot indique la teneur des matières insolubles du sédiment, il est suivi des indications relatives à sa coloration et à ses principales propriétés physiques. Ce résidu est lavé ensuite et soumis à des décantations qui permettent de diviser les éléments constitutifs suivant leur densité. D'après cette méthode, le résidu est séparé en trois groupes : 1° minéraux, 2° organismes siliceux, 3° matières amorphes.

1° *Minéraux*. — Le chiffre placé entre parenthèses indique la teneur en particules minérales et en fragments de roches. Il nous est donné par une approximation dont nous indiquerons la base dans notre Rapport. Vu l'importance de la détermination de la dimension du grain des minéraux qui constituent le dépôt, nous indiquons leur diamètre moyen (*Di. m.*) en millimètres. Nous notons ensuite la forme des grains : s'ils sont arrondis ou angulaires, etc., et nous énumérons les espèces minérales et les roches. Dans cette énumération les minéraux sont classés en raison de l'importance du rôle qu'ils jouent dans le sédiment. Les déterminations spécifiques ont été faites au moyen du microscope en lumière polarisée parallèle ou convergente.

2° *Organismes siliceux.* — Le chiffre entre parenthèses indique la teneur en organismes siliceux, cette évaluation approximative s'obtient comme pour les minéraux. Les restes d'organismes siliceux et leurs fragments sont étudiés au microscope et déterminés d'une manière générale. Nous avons aussi placé sous la même rubrique les moules glauconitiques de foraminifères et d'autres organismes calcaires.

3° *Matières amorphes.* — Nous désignons sous ce nom les particules qui, restant en suspension, passent lors de la première décantation. Elles n'ont pas plus de $0^{mm},05$ de diamètre. Nous n'avons pas pu grouper ces matières sous la rubrique *minéraux,* car, à cause de leur nature fragmentaire et de leurs dimensions infinitésimales, il n'est pas possible de les déterminer spécifiquement. Nous constatons toujours que les *matières amorphes* sont en quantité plus considérable à mesure que les caractères de l'argile sont mieux prononcés dans le sédiment et, à ce point de vue, cette subdivision du *résidu* a sa raison d'être. Nous désignons souvent ces particules amorphes et légères sous le nom de matière argileuse; toutefois elles renferment, en même temps que cette substance, des fragments indéterminables de minéraux et de roches. Le chiffre entre parenthèses et qui suit la rubrique *matières amorphes* s'obtient de la même manière que pour les minéraux et les organismes siliceux.

Ces quelques mots suffiront pour faire comprendre la marche de nos descriptions; comme nous l'avons indiqué plus haut, nous entrerons dans des détails plus complets à ce sujet dans notre Rapport. Disons encore que, dans la majorité des cas, nous avons fait solidifier et tailler les sédiments en lames minces pour l'examen microscopique. Chacune de nos descriptions est suivie de notes sur le dragage et le sondage, sur les organismes recueillis; nous y discutons aussi les résultats des analyses quand le sédiment a été soumis à ce mode de recherche, comme c'est le cas pour chacune des variétés de type.

SÉDIMENTS DE MER PROFONDE.

Nous abordons maintenant la description des différents types de sédiments que nos études nous permettent de distinguer dans les dépôts actuels de mer profonde. Nous parlerons d'abord de ceux qui se forment dans la zone littorale d'eau profonde et dans les mers fermées, nous indiquerons ensuite ceux qui s'étalent dans les régions abyssales des grands océans. Nous n'avons pas à nous

occuper ici des formations qui se déposent à petite distance des côtes dans les eaux basses, et que l'on connaissait parfaitement avant l'exploration des mers profondes.

L'examen des matériaux recueillis par le *Challenger* et par les expéditions mentionnées plus haut nous permet d'établir les faits suivants relativement aux dépôts littoraux d'eau profonde :

1° Dans les zones d'eau profonde autour des continents et des îles, à l'exception de celles qui sont d'origine volcanique ou corallienne, les sédiments sont essentiellement composés d'un mélange de matières sableuses et amorphes; ils renferment quelques rares débris d'organismes de surface. Nous donnons aux dépôts de cette nature le nom de *boues* et nous les groupons suivant leur couleur. On les distingue sous le nom de *boue rougeâtre, bleuâtre et verdâtre;*

2° Autour des îles volcaniques, les sédiments sont principalement formés de particules minérales dérivées de la désintégration des roches éruptives. Nous les désignons, d'après la grosseur du grain, sous les noms de *sables ou de cendres volcaniques;*

3° Près des îles coralliennes et le long des côtes bordées de récifs frangeants, les dépôts sont calcareux; ils renferment principalement les débris des bancs voisins auxquels viennent s'ajouter en grand nombre les coquilles et les squelettes d'organismes pélagiques et d'animaux qui vivent sur le fond. Nous les désignons, suivant les cas, sous les noms de *sable et boue corallienne, sable et boue de corallines.*

On peut résumer de la manière suivante les caractères de chacun des dépôts que nous venons d'énumérer.

La *boue bleuâtre* est le dépôt qui s'étale sur l'aire la plus grande autour des continents et des îles continentales. Il recouvre aussi le fond des mers fermées ou partiellement fermées. Cette boue est caractérisée par une couleur ardoise; dans le plus grand nombre de cas, la couche supérieure est de coloration rougeâtre. Le sédiment doit sa teinte à des matières organiques en décomposition; il dégage souvent une odeur d'hydrogène sulfuré. lorsque la boue bleuâtre est séchée elle prend une couleur grisâtre; elle ne possède jamais la plasticité ni la compacité des argiles. Elle est finement granulaire et peut contenir dans certains cas exceptionnels des fragments de roches de 2 centimètres de diamètre; généralement les minéraux, qui sont presque tous terrigènes et que l'on trouve mêlés avec la matière boueuse, ont un diamètre maximum de 0mm,5. Parmi les espèces minérales, les particules de quartz géné-

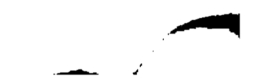
ralement arrondies jouent le rôle principal; viennent ensuite le mica, le feldspath, l'augite, la hornblende et toutes les espèces provenant de désintégration des terres voisines ou des régions traversées par les fleuves qui se jettent dans la mer aux points où ces boues ont été recueillies. Ces minéraux forment la partie essentielle et la plus caractéristique des boues bleuâtres et leur teneur s'élève quelquefois à 80 °/ₒ. La glauconie, toujours présente dans ce sédiment, n'y est pourtant représentée que par quelques grains. Dans certains cas on n'y trouve pas d'organismes calcareux; dans d'autres ils forment presque 50 °/ₒ de la masse; mais on ne constate cette grande abondance de restes calcareux que dans les sondages et les dragages de boue bleuâtre à des distances assez grandes des côtes et dans les profondeurs moyennes. Ces fragments calcaires proviennent de foraminifères pélagiques et de grands fonds, de mollusques, de polyzoaires, de serpules, d'échinodermes, d'alcyonaires, de coraux, etc. Souvent on observe des frustules de diatomées et des squelettes de radiolaires. On peut dire d'une manière générale qu'à mesure qu'on approche des côtes les organismes pélagiques disparaissent, tandis que dans les dragages plus au large la dimension des grains de minéraux s'atténue et les restes d'organismes côtiers sont remplacés par ceux de la faune pélagique, jusqu'au moment où le dépôt littoral d'eau profonde passe à un sédiment pélagique proprement dit. Dans les régions de la mer, à grande distance des côtes, où les glaces flottantes viennent apporter des matières terrigènes, la couleur de cette boue tend à passer à une teinte grisâtre; le caractère propre du sédiment est alors modifié par la présence de matières apportées par les banquises et le quartz prédomine.

Boues et sables verdâtres. — Envisagés au point de vue de leur origine, de leur composition et de leur distribution le long des côtes des continents, les boues et sables verts présentent de grandes analogies avec les boues bleuâtres. Ils sont formés de matières argileuses et de particules minérales de même dimension et de même nature que celles des boues que nous venons de décrire. Leur caractère principal est dû à la présence d'une grande quantité de grains glauconitiques. Souvent la glauconie est en granules isolés, quelquefois cimentés par une matière argileuse brunâtre qui renferme en même temps des particules de quartz, de feldspath, du phosphate de chaux et d'autres minéraux plus ou moins altérés. Dans ces boues vertes les coquilles de foraminifères, des fragments d'échinodermes sont souvent remplis de matière glauconitique

et on obtient de magnifiques moules de ces organismes lorsqu'on traite ce sédiment par un acide dilué. Dans certains cas on trouve assez bien d'organismes à enveloppe calcaire, dans d'autres, les diatomées et les radiolaires sont très abondants. Lorsque ces boues sont sèches, elles ont un aspect terreux, leur couleur est alors gris-verdâtre; souvent elles dégagent une odeur d'hydrogène sulfuré. Quelquefois la coloration verte paraît due à des matières organiques, probablement d'origine végétale, ou à la réduction du fer à l'état de protoxyde sous l'influence des substances animales ou végétales. Les *sables verts* ne diffèrent des *boues vertes* que par ce que les matières argileuses et amorphes y sont moins abondantes que dans les dernières; la glauconie est plus fréquente dans les sables verts et c'est ce minéral qui leur donne la teinte caractéristique.

Boues rougeâtres. — Dans certaines régions, par exemple sur les côtes du Brésil, les sédiments littoraux de zone profonde diffèrent des boues bleuâtres par la présence d'une grande quantité de matière ocreuse apportée par les fleuves et déposée le long des côtes. Ces particules ferrugineuses mêlées à la substance argileuse donnent au dépôt une teinte rouge-jaunâtre. Ces sédiments, riches en matière limoniteuse, ne paraissent pas contenir de glauconie et renferment relativement peu d'organismes siliceux.

Boues et sables volcaniques. — Les boues et sables qui se déposent autour des îles volcaniques sont noir ou noir-grisâtre; ces sédiments deviennent rarement cohérents par la dessication. Les particules minérales sont généralement fragmentaires, elles sont constituées de lapilli des roches volcaniques modernes des séries acide et basique; elles sont vitreuses ou cristalines et offrent d'ordinaire des traces d'altération plus ou moins profonde. Souvent les minéraux sont complètement isolés, souvent ils sont entièrement revêtus d'une matière vitreuse; on distingue parmi les espèces les plus communes de ces dépôts : les plagioclases, la sanidine, l'amphibole, le pyroxène, la biotite, le péridot et le fer magnétique. La dimension des particules diminue en raison de l'écartement des côtes; le diamètre moyen des grains est d'environ $0^{mm},5$. On ne constate pas la glauconie dans ces boues et ces sables volcaniques, de même le quartz peut y être considéré comme très rare ou absent. Les fragments de coquilles et de roches sont souvent récouverts d'enduits de manganèse. Dans certains cas ce sédiment prend une teinte moins foncée, il renferme alors une grande quantité de coquilles calcareuses; on y observe d'habitude des restes de diatomées et de radiolaires.



Boues coralliennes. — Ces boues contiennent fréquemment près de 95 °/₀ de carbonate de chaux, dû à la présence de fragments de polypiers, d'algues calcaires, de foraminifères, de serpules, de mollusques et des restes d'autres organismes à enveloppe calcareuse.

On y observe toujours une grande quantité de matière crayeuse amorphe, qui donne une certaine plasticité au dépôt. Les particules qui le forment sont de dimensions variables suivant la distance des récifs; leur diamètre moyen est de 1 à 2 millimètres; mais souvent on drague avec la boue de grands fragments de polypiers ou des blocs de coraux cimentés; les particules minérales sont blanches ou rougeâtres. Les restes d'organismes siliceux ne forment jamais plus de 2 ou 3 °/₀ de la masse d'une boue corallienne type. Le *résidu* de l'attaque à l'acide chlorhydrique est composé d'une petite quantité de matière argileuse, avec quelques éclats de feldspath et d'autres minéraux volcaniques. Mais près des barrières et des récifs frangeants, le long des terres, on drague les espèces minérales et les fragments de roches les plus variés. Dans la zone de dépôt autour des îles coralliennes, lorsque la profondeur descend sous 1,000 brasses, les débris des récifs tendent à diminuer et les restes d'organismes pélagiques augmentent à proportion; le sédiment devient plus argileux; il revêt une teinte rougeâtre ou rosée et passe graduellement à la vase à globigérines ou à l'argile rouge. Les *sables coralliens* renferment moins de matière amorphe que les boues du même nom, mais pour le reste ils leur sont analogues. Ces sables se trouvent d'habitude plus près des récifs et dans des eaux moins profondes que les boues, excepté dans l'intérieur des lagunes. En certaines régions les restes d'algues calcareuses dominent dans le sédiment; dans ce cas nous nous servons du terme de *boue à corallines* pour désigner le dépôt.

Nous venons de jeter un coup d'œil sur les sédiments qui se forment dans la zone littorale d'eau profonde, où les débris des terres jouent le rôle principal dans la formation des boues et des sables. Si nous avançons au large à une distance moyenne de 200 milles des côtes, on constate que les sédiments sont caractérisés par la présence d'une grande quantité de matières volcaniques incohérentes plus ou moins décomposées et par une grande abondance de coquilles et de squelettes d'organismes pélagiques microscopiques qui sont tombés de la surface sur le fond de la mer. Ces sédiments, qui constituent à proprement parler les dépôts de mer profonde, peuvent être divisés en deux catégories suivant

que l'élément organique ou inorganique prédomine. Nous nous occuperons d'abord des vases organiques.

Vase à Globigérines. — Nous désignons sous ce nom les sédiments pélagiques renfermant plus de 40 °/₀ de carbonate de chaux, dû à la présence de coquilles de foraminifères pélagiques, appartenant aux genres : *Globigerina, Orbulina, Pulvinulina, Pullenia, Sphærodina,* etc. Cette vase peut contenir jusqu'à 95 °/₀ de carbonate de calcium. La couleur est blanc-laiteux, jaunâtre, brunâtre ou rosâtre, la teinte dépend surtout de l'abondance plus ou moins grande d'oxydes de fer et de manganèse. Ce dépôt est finement granuleux; dans les régions tropicales certaines coquilles de foraminifères sont assez grandes pour qu'on puisse les distinguer à l'œil nu; séchée, cette vase est pulvérulente. On constate qu'elle renferme, outre le carbonate de chaux, du phosphate et du sulfate de chaux, du carbonate de magnésie et de fer, de l'oxyde de manganèse et de fer et des matières argileuses. Le *résidu* est de teinte brunâtre; on y observe presque toujours des lapilli, de la ponce ou des fragments vitreux compactes brunâtres, souvent décomposés en palagonite; dans certains cas ces matières volcaniques sont très abondantes. Les particules minérales, généralement angulaires, dépassent rarement $0^{mm},08$ de diamètre; parmi les plus fréquentes, signalons les feldspaths plagioclases et monoclinique, l'augite, le péridot, la hornblende et la magnétite. Les grains de quartz, que l'on trouve assez rarement, sont de petites dimensions, présentant la forme arrondie que l'on constate pour les particules de ce minéral entraînées par les vents; ils sont souvent recouverts d'oxyde de fer. On observe exceptionnellement le mica noir, la bronzite, l'actinolite, la chromite, la glauconie et des poussières cosmiques. Jamais, peut-on dire, les organismes à enveloppe siliceuse ne manquent dans cette vase, quelquefois leur teneur peut atteindre 20 °/₀, dans d'autres cas cependant on ne les découvre que par un examen microscopique attentif. Dans certaines régions les frustules de diatomées sont plus abondantes que les squelettes de radiolaires et réciproquement. Les *matières amorphes*, soumises au microscope, se montrent composées de particules hétérogènes où domine la matière argileuse colorée par les oxydes de manganèse et de fer. On y distingue en outre des fragments de minéraux dont le diamètre est inférieur à $0^{mm},05$ et presque toujours on peut y déceler des esquilles de ponce de même que des restes de radiolaires et de diatomées quelquefois très abondants.



Vase à Ptéropodes. — Ce sédiment ne diffère de la vase à globigérines que par la présence des restes nombreux d'organismes pélagiques, parmi lesquels se distinguent surtout les coquilles de ptéropodes et d'hétéropodes, tels que *Diacria, Atlanta, Styliola, Carinaria,* etc. On y constate aussi un plus grand nombre de coquilles de foraminifères jeunes et d'espèces plus délicates que celles de la vase à globigérines. Il est nécessaire de relever ici que par le terme *vase à ptéropodes* on ne prétend pas indiquer que le sédiment est composé essentiellement de coquilles de ces mollusques; mais comme la présence de ces débris d'organismes est en relation intime avec la distribution géographique et bathymétrique des sédiments, nous avons cru utile de désigner par un nom spécial la vase pélagique où les ptéropodes sont abondants et caractéristiques. Remarquons en outre qu'il existe une différence très marquée entre une vase à globigérines ou à ptéropodes, suivant qu'elle provient de points plus ou moins rapprochés des côtes. Cette différence porte à la fois sur les particules minérales et sur les débris organiques.

Vase à Diatomées. — Cette vase est couleur jaune-paille peu foncée, elle est formée essentiellement par l'accumulation de frustules de diatomées. Séchée, elle présente l'aspect d'une farine siliceuse blanc-sale, douce au toucher et prenant l'impression des doigts, elle renferme des particules anguleuses un peu plus grandes que l'on reconnaît au toucher. Ce sédiment renferme en moyenne 25 °/o de carbonate de chaux, représenté par des petites coquilles de globigérines, des fragments d'échinodermes et d'autres organismes. Le *résidu* est blanchâtre, légèrement plastique; souvent les particules minérales sont abondantes : quelquefois ce sont des fragments volcaniques, mais d'ordinaire ce résidu est le produit de la désagrégation des roches continentales transportées par les glaces flottantes. Les *matières amorphes* ne sont autre chose que des débris minuscules de diatomées associés à une substance argileuse. Pour ce sédiment nous évaluons à 50 °/o la teneur en frustules de diatomées et en débris d'autres organismes siliceux.

Vase à Radiolaires. — Nous avons indiqué, en parlant de la vase à globigérines, que les radiolaires sont, très fréquemment, représentés dans les sédiments marins. Dans certaines régions ils prennent une part considérable à la formation de la vase à globigérines; ils abondent dans la vase à diatomées; on les trouve

aussi dans les dépôts terrigènes des eaux de la zone littorale profonde. Dans les parties centrales du Pacifique, on observe que les squelettes de ces animaux forment l'élément essentiel d'un sédiment particulier, que nous désignons sous le nom de vase à radiolaires. La couleur de ce dépôt est rouge ou brun foncé; cette coloration est due à la présence des oxydes de fer et de manganèse. Les particules minérales sont surtout des fragments de ponce, des lapilli et des minéraux volcaniques, qui atteignent rarement $0^{mm},07$ de diamètre. Certains dragages de vase à radiolaires ne renferment pas de traces de carbonate de chaux; mais quelquefois l'analyse en décèle jusqu'à 20 °/₀ provenant des coquilles de foraminifères pélagiques. Les particules argileuses et les minéraux de cette vase sont les mêmes que ceux que l'on trouve dans l'argile rouge dont nous allons parler.

Argile rouge. — De tous les sédiments marins l'argile rouge est celui qui s'étend sur les aires les plus vastes dans les océans modernes. On peut dire qu'il se trouve étalé sur toute l'étendue des régions abyssales des bassins océaniques; car le *résidu* des dépôts organiques que nous avons décrits sous les noms de vase à globigérines, à ptéropodes, à radiolaires et à diatomées, n'est autre chose que l'argile rouge. Cependant ce sédiment ne se montre avec ses caractères propres qu'aux seuls points où les minéraux terrigènes et les organismes siliceux et calcareux ne jouent pas un rôle prédominant. C'est dans le centre de l'Océan Pacifique qu'on peut l'observer avec ses caractères les mieux prononcés. Comme tous les autres dépôts pélagiques, l'argile rouge passe latéralement aux sédiments qui la bordent. Ces matières argileuses sont colorées en brun plus ou moins foncé par les oxydes de fer et de manganèse. Dans les échantillons types on ne peut distinguer à l'œil nu aucun élément minéralogique : les grains sont extrêmement fins et de dimension uniforme; ils dépassent rarement $0^{mm},05$ de diamètre. Cette argile est plastique, grasse au toucher; séchée elle se prend en masse cohérente résistant au choc; elle possède la strie ou la raclure brillante caractéristique de cette matière; elle se délite dans l'eau. Les propriétés pyrognostiques nous montrent cependant que nous n'avons pas affaire à une argile pure : elle fond assez facilement au chalumeau en un globule noir magnétique. Nous avons compris aussi sous le nom d'argile rouge, des sédiments où les caractères de l'argile ne sont pas toujours nettement prononcés, mais dans lesquels nous n'observons pas de restes organiques calcaires ou de



particules minérales semblables à celles des dépôts qui bordent les côtes des continents ou qui s'étalent sur le fond des mers intérieures.

Dans certains cas, le sédiment que nous désignons sous le nom d'argile rouge est formé de particules microscopiques de ponce et d'autres produits volcaniques, qui ne sont pas encore entièrement transformés en matières argileuses. Si l'on calcule les analyses d'argile rouge, on voit que le silicate d'alumine, répondant à la formule $2SiO_2, Al_2O_3, 2H_2O$, ne constitue qu'une partie relativement faible du sédiment. Ce calcul indique toujours un excès de silice libre, que nous attribuons principalement à la présence de débris organiques. On voit au microscope que l'argile rouge est formée de matière argileuse, de particules minérales très petites et de fragments d'organismes siliceux; en un mot, elle possède identiquement la même composition que le résidu des vases organiques. Les particules minérales de ce sédiment sont, pour la majeure partie, d'origine volcanique, excepté dans le cas où des matières continentales apportées par les glaces flottantes ou des sables des déserts entraînés par les vents sont venus se mêler à la masse argileuse. Ces minéraux volcaniques sont ceux des roches éruptives récentes; nous avons énuméré ces espèces en décrivant les boues et les sables volcaniques. On constate une certaine abondance de matières vitreuses, basiques et acides, dans les régions où l'argile rouge prend un grand développement; nous montrerons tout à l'heure que les produits de décomposition les plus remarquables que nous rencontrons dans les aires où domine ce dépôt, sont accompagnés de roches pyroxéniques récentes. On trouve presque toujours avec l'argile rouge des concrétions et des particules microscopiques formées par les oxydes de fer et de manganèse; ces matières colorent le sédiment.

Dans les échantillons types d'argile rouge, nous découvrons des zéolithes sous la forme de cristaux ou de sphérules cristallins; on y observe en outre des globules métalliques et silicatés auxquels nous attribuons une origine cosmique. Les organismes à test calcaire sont rarement représentés, ils ne sont pas caractéristiques de l'argile rouge. Dans certains cas on y constate des restes de foraminifères pélagiques; on remarque aussi qu'ils sont plus nombreuses à la partie supérieure du dépôt d'argile. D'un autre côté, les frustules de diatomées, les squelettes de radiolaires et les spicules de spongiaires y sont fréquents et souvent même abondants. Des caisses tympaniques et des restes d'ossements de baleines, des

dents de squales abondent quelquefois dans l'argile rouge qui se dépose loin des côtes. Ces débris de vertébrés sont souvent recouverts d'un enduit épais d'oxyde de fer et de manganèse. Ces ossements et ces dents ont été rarement dragués dans les régions où s'étalent les vases organiques, et plus rarement encore les a-t-on trouvés dans la zone où s'accumulent les sédiments terrigènes.

Lorsqu'on décante l'argile rouge, les particules en suspension, étudiées à un grossissement de 450 diamètres, se montrent composées d'une matière amorphe, de fragments de minéraux, de restes d'organismes à enveloppe siliceuse et de matières pigmentaires. Ce que nous désignons sous le nom de *matières amorphes* est à proprement parler l'argile; ses caractères sont extrêmement vagues : c'est une substance d'aspect gélatineux, sans contours définis, incolore, parfaitement isotrope; elle forme la base dans laquelle sont empâtées des particules extrêmement petites, d'origine minérale ou organique. Comme ces caractères sont peu tranchés, il est difficile d'évaluer, même d'une manière approximative, la quantité d'argile d'un sédiment; mais à mesure que le dépôt offre les propriétés plus nettes de cette substance, on observe que cette matière amorphe augmente. Nous sommes portés à penser qu'il n'en faut qu'une quantité peu considérable pour donner à un sédiment les caractères de l'argile.

Ce qui prédomine, dans cette substance argileuse amorphe, ce sont des fragments irréguliers de minéraux volcaniques, des particules microscopiques de roches vitreuses et des restes d'organismes siliceux. Ces matières, associées à l'argile, forment environ 50 °/₀ de la masse; elles voilent, par leur abondance, les caractères de la substance argileuse qui les empâte. D'ordinaire, ces particules minérales et siliceuses ont environ $0^{mm},01$ de diamètre; mais elles peuvent descendre à des proportions beaucoup plus petites : il devient impossible alors de les rattacher à une espèce déterminée à cause de leurs petites dimensions : les réactions optiques sont insensibles, les contours sont irréguliers, la coloration propre du minéral n'apparaît plus. Tout ce que l'on peut présumer sur leur nature, c'est que les fragments microscopiques, dont il est ici question, appartiennent très probablement aux mêmes espèces que les minéraux déterminables, tels que les feldspaths, la hornblende, la magnétite, etc., que l'on trouve avec des dimensions plus grandes dans les mêmes sédiments. Grâce à leur structure spéciale les esquilles de ponces et les fragments d'organismes siliceux peuvent être déter-

[redacted]

minés avec certitude, alors même que leurs proportions descendraient sous la limite à laquelle il serait difficile de spécifier les espèces minérales.

On constate, au microscope, que les substances colorantes de l'argile rouge sont les hydrates de fer et de manganèse. Le pigment limoniteux est uniformément réparti par toute la masse; quelquefois cependant il est comme localisé en certains points; la matière argileuse y affecte une teinte brunâtre plus foncée, mais elle diminue graduellement et passe à la teinte uniforme de la masse entourante. La coloration donnée par le manganèse est produite par la présence de rondelles brunâtres de moins de $0^{mm},01$ de diamètre; traitées sous le microscope par l'acide chlorhydrique, ces particules de manganèse se dissolvent avec traînée noire et dégagement de chlore. Ces concrétions microscopiques sont probablement un mélange des oxydes de fer et de manganèse analogue aux nodules manganésifères que l'on découvre en grande abondance sur les aires à argile rouge et que nous décrirons d'une manière détaillée dans notre Rapport sur les sédiments des mers profondes.

Nous pouvons grouper de la manière suivante les sédiments marins dont nous venons de voir la nature et les caractères distinctifs :

Sédiments terrigènes	Boue bleuâtre, Boue et sable verts, Boue rougeâtre,	Ces dépôts se forment dans les mers intérieures et dans les zones littorales;
	Boue et sable coralliens, Boue et sable à corallines, Boue et sable volcaniques,	autour des îles océaniques dans les zones littorales;
Sédiments pélagiques	Argile rouge, Vase à Globigérines, Vase à Ptéropodes, Vase à Diatomées, Vase à Radiolaires,	dans les régions abyssales des bassins océaniques.

DISTRIBUTION DES SÉDIMENTS PÉLAGIQUES ET DES ZONES LITTORALES PROFONDES.

Nous avons traité jusqu'ici presque exclusivement de la nature lithologique des sédiments, envisageant à ce même point de vue les dépôts organiques formés par l'accumulation des coquilles et des squelettes d'animaux et de plantes. En partant de la composition, nous avons pu les grouper, comme le montre le tableau qui précède. Nous allons indiquer maintenant leur répartition géographique et bathymétrique, et les relations qui existent entre leur composition minéralogique ou organique et les régions océaniques où ils sont formés.

Si l'on considère ces dépôts au point de vue de la distribution géographique, on constate que ceux désignés sous les noms de *boues* et de *sables* occupent des profondeurs variables à des distances assez rapprochées des côtes, tandis que les *vases* organiques et l'*argile rouge* sont étalées loin des continents, dans les régions profondes de l'Océan.

Sans nous occuper ici des sables coralliens et volcaniques, qui forment une ceinture plus ou moins large autour des îles océaniques, nous constatons que les boues bleuâtres, les boues et sables verts, les boues rougeâtres ainsi que les formations côtières sont déposés dans une zone qui borde les continents et dans les mers fermées. La présence de matériaux provenant des terres est le caractère distinctif de ces sédiments. Les boues bleuâtres se retrouvent dans les régions profondes de la zone qui s'étend autour des grandes terres; on les observe aussi près de l'embouchure des fleuves. Les boues rougeâtres ne diffèrent pas essentiellement des boues bleuâtres; leur coloration n'est due qu'à une plus grande abondance de fer à l'état de limonite; on les trouve dans les mêmes conditions que celles-là. En général, on constate les boues et sables verts aux points de la côte où les matières détritiques apportées par les fleuves ne s'accumulent pas rapidement, par exemple au banc de Agulhas, sur les côtes d'Espagne, d'Australie et en différents points sur les côtes de l'Amérique.

Les sédiments terrigènes, en comprenant sous ce terme toutes les formations cotières et celles des zones littorales d'eau profonde, occupent la région s'étendant depuis la ligne de haute marée jusqu'à 4 milles de profondeur environ; la largeur de cette zone varie entre

60 et 300 milles. Nous considérons comme devant se rattacher à cette même région des dépôts terrigènes toutes les mers intérieures : la mer du Nord et de Norwège, la Méditerranée, la mer Rouge, les mers de Chine et du Japon, la mer des Antilles, etc. L'aire occupée par ces sédiments présente les conditions les plus variées au point de vue de la lumière, de la température, du mouvement des eaux et des phénomènes biologiques. Pour les eaux de la surface, la température varie entre 26° C. sous les tropiques et — 2° C. dans les régions polaires. Depuis la surface jusqu'aux zones à eau glacée du fond, on constate dans les tropiques une stratification graduelle de la température. Les organismes abondent près des côtes; les animaux sont relativement nombreux jusqu'aux limites extrêmes de la zone des dépôts terrigènes. Le poids spécifique de l'eau de mer y montre de grandes variations : dans certains cas, il s'abaisse par l'apport de l'eau douce des fleuves, dans d'autres il s'élève par la grande évaporation à laquelle les eaux sont soumises : ces variations de la densité de l'eau ont une influence marquée sur la faune et la flore. C'est dans les mêmes aires que les vagues, les marées et les courants exercent le plus puissamment leur action; dans certains cas, elle peut y être constatée jusqu'à une profondeur de 300 brasses. La limite de cette région est nettement définie sur les terres par la ligne des côtes; mais elle est sans cesse déplacée par l'action de la vague, par les soulèvements et les abaissements. Vers la haute mer, la limite est moins bien tracée : cette zône des dépôts terrigènes passe insensiblement à la région abyssale, qui commence aux points où les particules minérales dérivées des terres font place aux vases pélagiques et à l'argile rouge.

Dans les régions océaniques abyssales on constate des conditions bien différentes de celles que nous venons d'indiquer pour les régions à dépôts terrigènes. Ces aires pélagiques sont de vastes plaines ondulées s'étalant à une profondeur de 2 à 5 milles sous le niveau de la mer, et dont la profondeur moyenne est d'environ 3 milles. Les accidents de terrain qui rompent l'uniformité de ces grandes plaines sous-marines, sont souvent des pics élevés formés de matières éruptives. Les rayons du soleil ne pénètrent jamais ces régions profondes et froides : la température n'y varie qu'entre les limites étroites de — 0°,5 C. à 3° C. Tout semble indiquer que pour chaque point elle est constante durant toute l'année. Les plantes n'y vivent pas, et quoiqu'on y ait découvert des animaux

appartenant à chacun des principaux types, on n'y a pas signalé une grande variété de formes ni une grande abondance d'individus. Les modifications de tout genre y sont extrêmement peu prononcées et ne s'y font sentir qu'avec une grande lenteur. Nous allons indiquer la distribution des sédiments qui se forment dans ces eaux profondes.

Dans les zones tropicales et tempérées des grands océans, qui comprennent environ 110° de latitude entre les deux zones polaires, à des profondeurs où l'action de la vague est nulle, et en des points où les matériaux terrigènes ne peuvent être amenés par les eaux, on constate qu'il se forme de vastes accumulations de globigérines et d'autres foraminifères pélagiques, de coccolithes, de rhabdolithes, de coquilles de mollusques pélagiques et de restes d'autres mollusques. Ces dépôts pourraient peut être se désigner sous le nom de « sédiments des profondeurs moyennes et des zones chaudes ». Ils diminuent et tendent à disparaître, lorsqu'on s'avance vers les pôles. Ce fait est évidemment en rapport avec la température des eaux de la surface; il nous montre que ces foraminifères pélagiques vivent dans les couches superficielles, et qu'après leur mort ils tombent au fond à l'état de cadavre. La vase à globigérines ne se retrouve ni dans les mers fermées ni sous les latitudes polaires. Dans les mers polaires antarctiques on n'a pas constaté ce dépôt au sud du 50e parallèle; dans l'océan Atlantique on le trouve à une latitude plus élevée; mais seulement alors, aux points sur lesquels passent les eaux chaudes du Gulf Stream; aux mêmes latitudes, ce dépôt fait défaut, sous le courant polaire froid qui descend vers le Sud.

On trouve l'explication de ces faits, si l'on admet que la vase à globigérines est formée par les coquilles des organismes de surface, qui réclament comme condition d'existence une température élevée et une mer largement ouverte. Mais s'il en est ainsi, aussi longtemps que les conditions de surface restent les mêmes, les sédiments qui se forment sur le fond doivent rester identiques. Nous montrerons que ce n'est pas ce qui a lieu, et nous serons amenés à tenir compte d'un agent dont l'influence est en relation directe avec la profondeur. On peut considérer comme établi par l'examen des sondages du *Challenger*, que la plus grande partie des organismes calcareux qui forment les vases à globigérines et à ptéropodes, vivent dans les eaux superficielles, et l'on peut admettre aussi comme démontré qu'il existe toujours identité spécifique entre les organismes calcareux que l'on pêche au filet à la surface et

ceux que la drague ou la sonde ramènent des profondeurs sous la verticale des mêmes lieux.

En tenant compte de cette observation, il nous sera permis de mettre en relation les sédiments organiques et ceux dus à l'activité chimique de l'Océan. On a constaté que la vase à globigérines se dépose dans la zone tropicale à des profondeurs qui ne dépassent pas 2,400 brasses. Lorsqu'on explore dans cette même zone le Pacifique et l'Atlantique à des profondeurs de 3,000 brasses, on trouve un dépôt argileux qui ne renferme presque jamais de traces d'organismes calcareux. Si l'on descend des plateaux sous-marins à des profondeurs qui dépassent 2,250 brasses, la vase à globigérines disparaît graduellement; elle passe à une marne grisâtre et enfin elle est entièrement remplacée par une matière argileuse qui couvre le fond des mers dès que la profondeur de 2,900 brasses est atteinte.

La transition entre les formations calcaires et les dépôts d'argile est presque insensible. On voit d'abord disparaître les coquilles les plus délicates; celles qui sont plus épaisses perdent peu à peu la netteté de leurs contours et paraissent subir une profonde altération; elles revêtent une couleur brunâtre à mesure que l'élément calcareux s'élimine et que le sédiment passe à l'argile rouge qui constitue à proprement parler le dépôt des grands fonds.

Si nous nous rappelons maintenant que les éléments les plus importants des dépôts organiques sont descendus des eaux superficielles, et que les formes de relief du lit de la mer ne peuvent, par elles-mêmes, empêcher les débris de plantes et d'animaux de s'accumuler sur le fond, l'absence de ces restes organiques dans les régions à argile rouge ne peut s'expliquer que par une décomposition, provoquée par une cause que nous chercherons à connaître, après avoir indiqué les conditions dans lesquelles on trouve la *vase à ptéropodes*. La distribution géographique de ce sédiment fournira un nouvel élément pour la solution du problème.

Nous avons dit que la vase à ptéropodes est un dépôt organique calcareux où l'on constate la présence de restes de ptéropodes et d'autres mollusques pélagiques. Quoique ces coquilles de mollusques ne soient pas toujours représentées dans ce dépôt de manière à en former la partie principale, il n'en est pas moins vrai que leur présence est en relation directe avec la distribution bathymétrique des sédiments calcareux; et ce fait justifie la création de ce nouveau terme.

En décrivant la nature de l'élément calcaire qui se dépose sur

les aires pélagiques, on a fait observer que les coquilles de ptéropodes thecosomates, qui vivent partout avec les foraminifères pélagiques dans les eaux superficielles, surtout dans celles des zones tropicales, manquent dans des sédiments pris à une certaine profondeur. Nous venons de voir que le nombre de coquilles de foraminifères diminue graduellement dans les dragages successifs faits sur une déclivité qui descend vers une fosse : mais on remarque en même temps, dans une série de sondages de plus en plus profonds, que, parmi les restes organiques qui constituent les sédiments, les coquilles de ptéropodes sont celles qui disparaissent les premières en raison de la profondeur.

On constate d'abord de la vase à ptéropodes avec restes abondants d'hétéropodes et de ptéropodes; des sondages plus profonds ramènent ensuite la vase à globigérines sans ces coquilles de mollusques, et pour des profondeurs plus grandes encore, on obtient, comme on l'a dit, de l'argile rouge sans organismes à test calcaire. Dans les tropiques, à des profondeurs qui ne dépassent pas 1,400 brasses, on drague la vase à ptéropodes; elle contient des coquilles nombreuses de ces organismes et d'hétéropodes.

On arrive donc à la conclusion que le test calcaire des organismes de surface est éliminé dans les grandes profondeurs. En effet, puisque ces organismes peuplent les eaux superficielles, qui s'étendent au-dessus des grandes dépressions des bassins des mers, il est difficile de comprendre, si l'on n'admet pas une cause déterminant la dissolution du calcaire, que les dépouilles de ces êtres ne se trouvent pas réparties uniformément sur toutes les aires pélagiques. Il y a des raisons de penser que cette élimination du carbonate de chaux est due à l'action de l'acide carbonique dans les couches les plus profondes des eaux océaniques. Les recherches de Buchanan et de Dittmar ont montré que l'acide carbonique existe à l'état libre dans l'eau de mer, et que l'eau des grandes profondeurs contient plus de chaux que celle de la surface. Ce fait est en harmonie avec l'interprétation qui tend à considérer l'acide carbonique comme l'agent qui élimine totalement ou en partie les coquilles des organismes de la surface, lorsqu'elles arrivent sur le fond ou après un séjour plus ou moins prolongé dans ces régions abyssales. On peut encore voir une confirmation de cette interprétation lorsqu'on constate que sous les latitudes élevées, où peu d'organismes vivent dans les eaux superficielles, leurs restes font défaut à des profondeurs moins considérables que dans les zones chaudes où ces êtres sont plus abondants à la surface de la mer.

Il n'est pas impossible que l'eau de mer n'exerce par elle-même une influence sur la dissolution du carbonate de chaux; d'un autre côté, il n'est pas improbable que l'énorme pression, à laquelle l'eau est soumise dans les grandes profondeurs, ne contribue à augmenter son activité chimique. Nous devons attendre, pour nous prononcer sur ces points, que les résultats des recherches entreprises par les savants chargés d'étudier les phénomènes physiques des mers profondes soient publiés. En s'appuyant sur le fait que l'eau de mer est alcaline, on a soulevé des objections contre l'interprétation qui vient d'être émise; mais il ne paraît pas nécessaire de nous arrêter pour montrer que l'alcalinité de l'eau de mer n'ébranle en rien notre manière de voir (1).

Cette interprétation permet aussi de rendre compte de l'abondance plus grande de restes de diatomées et de radiolaires sur les aires à argile rouge que sur celles où se dépose la vase à globigérines. Ces organismes à enveloppe siliceuse vivent à la surface comme les foraminifères pélagiques; mais l'agent qui décompose les coquilles calcaires ne s'attaque pas aussi facilement à la silice, et c'est ainsi que les squelettes, les spicules et les frustules siliceux s'accumulent sur le fond. La distribution bathymétrique de la vase à ptéropodes se comprend à son tour par l'explication que nous avons admise. A première vue, on s'attendrait à voir disparaître les coquilles de globigérines avant celles des ptéropodes, car les enveloppes calcaires de ces foraminifères sont plus petites; mais d'un autre côté elles sont notablement plus épaisses que celles de ces mollusques pélagiques qui, grâce à leur surfrce, présentent plus de points d'attaque au dissolvant.

Il nous reste à indiquer l'aire occupée par l'argile rouge dans les grands océans. Nous avons vu comment ce dépôt passe latéralement aux vases organiques calcaires, qui occupent les dépressions moyennes des bassins. Les sondages nous montrent que l'argile rouge est le sédiment le plus étendu des mers modernes, il en recouvre le lit des régions profondes, dans le nord et le sud du Pacifique, dans l'Atlantique et dans l'Océan indien; comme nous l'avons dit plus haut, cette matière argileuse se dépose même sur toute la surface des bassins océaniques; mais elle n'apparaît avec ses caractères propres qu'aux points où elle n'est pas voilée par l'abondance des restes organiques siliceux et calcareux.

Connaissant la distribution géographique de l'argile rouge,

(1) Dittmar, *Phys. chem. Chall. Exp.* Part I.

demandons-nous quelle est son origine et indiquons sommairement certaines formations minérales et les restes organiques que l'on trouve souvent associés à ce dépôt.

L'origine de ces vastes dépôts d'argile offre un problème du plus haut intérêt : on supposa d'abord que ces sédiments étaient formés de particules microscopiques provenant de la désintégration des roches par les eaux courantes et les vagues; on pensait que ces matières, tenues en suspension, étaient entraînées par les courants dans la haute mer, où elles finissaient par atterrir. Mais on pouvait objecter à cette hypothèse l'uniformité de composition de ce dépôt; on pouvait montrer que les particules minérales, même les plus ténues, qu'on croyait devoir flotter toujours dans les eaux agitées, doivent, grâce aux propriétés de l'eau de mer, être précipitées à une petite distance des côtes. On avait admis aussi que ces dépôts argileux dérivaient de la décomposition des coquilles calcaires dont ils constituaient le résidu insoluble; mais les recherches que nous avons faites pour vérifier cette explication ont démontré qu'elle n'était pas admissible. Aujourd'hui tout paraît indiquer que la formation de l'argile est due essentiellement à la décomposition de produits volcaniques incohérents, dont nous avons fait voir la répartition sur toute l'étendue du lit des grandes mers. Ces matériaux volcaniques proviennent de ponces flottantes, de cendres et de sables projetés à de grandes distances par les volcans et entraînés par les courants aériens; on sait d'un autre côté que des lits de lave et de tuff sont étalés sur le fond de l'Océan. Ces roches pyrogènes, riches en silicates alumineux, se décomposent sous l'action chimique de l'eau de mer, et donnent naissance à des matières argileuses suivant des réactions, trop connues pour devoir les rappeler ici et que l'on peut observer aux roches volcaniques qui affleurent sur les terres.

L'examen microscopique des sondages nous a permis d'établir qu'il est toujours possible de retrouver dans la vase argileuse des grandes mers des fragments de ponces, des lapilli, des silicates et d'autres minéraux volcaniques à diverses phases d'altération. Comme nous l'avons montré dans notre travail sur la distribution géographique des matières volcaniques (1), le dépôt le plus vaste des mers actuelles serait dû à la décomposition des produits de

(1) John MURRAY et A. RENARD, *Les caractères microscopiques des cendres volcaniques et des poussières cosmiques* (BULL. MUS. ROY. HIST. NAT. BELG., 1884, t. III, p. 23).

l'activité interne du globe, et le résultat final de l'action chimique de l'eau de mer se traduirait par la formation de cette matière argileuse que l'on trouve partout dans les mers profondes; elle est tantôt voilée par l'abondance des restes organiques siliceux ou calcareux, et tantôt elle apparaît avec ses caractères propres et associée à des substances minérales qui nous permettent, dans une certaine mesure, d'apprécier la lenteur de la formation de ces dépôts d'argile, et dont la présence corrobore la théorie admise pour expliquer leur origine.

Dans les régions de la mer où l'argile rouge se montre avec son caractère le plus nettement accusé, on peut suivre pas à pas cette transformation des roches volcaniques en matière argileuse. Elle est, peut-on dire, le produit direct de l'altération des roches basiques représentées par des verres volcaniques : tels que la hyalomélane et la tachylite qui en revêtent le fond. Malgré la basse température qui règne sur le lit de l'Océan, ces réactions chimiques y donnent cependant naissance à des minéraux nettement cristallisés et que l'on doit considérer comme l'un des produits les plus remarquables de l'action des eaux marines sur les matières volcaniques en décomposition. Ces cristaux sont des zéolithes, que l'on trouve avec la plus grande abondance dans les aires à argile rouge du centre du Pacifique. Ils sont libres dans l'argile et se présentent sous la forme de cristaux simples, maclés ou groupés en sphérules dont le diamètre dépasse à peine un demi-millimètre. L'examen cristallographique et chimique montre qu'on doit les rapporter à la christianite. On sait la facilité avec laquelle les zéolithes cristallisent dans les vacuoles des roches éruptives qui se décomposent : les cristaux de christianite, que l'on observe en grand nombre dans l'argile du Pacifique, auront été formés de même aux dépens des matières volcaniques répandues sur le lit de cet océan.

En même temps que ces cristaux zéolithiques, nous devons mentionner comme produits secondaires de l'action des eaux marines sur les roches volcaniques, les nodules d'oxyde hydraté de fer et de manganèse. Ces substances sont répandues sur toute la surface du fond des mers; mais c'est moins sur leur universalité dans l'océan qu'il faut attirer l'attention, que sur le fait que les nodules manganésifères ne se trouvent dans tout leur développement que dans les aires à argile rouge. Ceci nous montre bien des relations d'origine, car nous trouvons précisément dans les régions à argile rouge avec nodules de manganèse, des couches de laves pyroxéniques en voie de décomposition : ces laves renferment des silicates à base de

manganèse et de fer, tels que l'augite, la hornblende, le péridot, etc., et des verres basiques facilement altérables qui contiennent tous les éléments de ces minéraux.

Sur les aires où l'action sédimentaire mécanique et organique est pour ainsi dire suspendue, et où tout semble indiquer, comme nous le montrerons plus loin, une extrême lenteur pour la formation des dépôts dans ces eaux profondes et calmes, favorables aux réactions chimiques, ces concrétions ferro-manganèsifères se développent autour de centres organiques et inorganiques. Ces concentrations d'oxyde de manganèse et de fer, ordinairement mélangés à de l'argile, présentent des formes et des dimensions très variables. Ces nodules sont communément formés de wad; très rarement cette variété terreuse passe à des variétés plus pures d'oxyde hydraté de manganèse avec cristallisation fibro-radiée. L'interprétation à laquelle nous sommes amenés, pour expliquer la formation des nodules en question, est la même que celle généralement admise pour expliquer la présence d'enduits manganésifères qui recouvrent quelquefois les roches terrestres. Les sels de manganèse et de fer tenus en solution dans l'eau sous l'action de l'acide carbonique, précipités ensuite sous la forme de carbonates de protoxydes de fer et de manganèse, s'oxydent et donnent naissance, dans les régions profondes et calmes de la mer, à ces concrétions de fer et de manganèse plus ou moins mêlés à des matières argileuses. Quoique la répartition de ces nodules nous conduise à admettre qu'ils doivent dériver en grande partie de la décomposition des roches volcaniques, qui recouvrent précisément le fond de la mer aux points où les concrétions abondent, nous croyons aussi cependant que les eaux courantes apportent à leur tour à l'océan les mêmes substances en solution, qui viennent enrichir ainsi les dépôts de manganèse formés aux grandes profondeurs.

Parmi les corps qui, dans les régions à argile rouge, servent de centre aux concrétions ferro-manganésifères, on constate fréquemment des restes de vertébrés. Les ossements que l'on retrouve ainsi sont les plus résistants du squelette : ce sont des caisses tympaniques de baleine, des rostres de ziphius, des dents de squales. De même que nous avons vu les organismes calcaires éliminés dans les grandes profondeurs, de même aussi nous pouvons constater que, sauf ces parties très résistantes et très massives, tout autre ossement de vertébré fait défaut dans les sédiments pélagiques. Lorsque les caisses tympaniques et les dents de squales servent de centre aux concrétions manganésifères, ils sont enveloppés d'un



enduit qui peut atteindre plusieurs centimètres d'épaisseur; mais on constate aussi que le même dragage ramène souvent des dents de requins et des caisses tympaniqnes de baleines incrustés d'une couche épaisse de manganèse, tandis que d'autres sont à peine recouvertes d'un léger enduit. Ajoutons encore que quelques-uns de ces restes de vertébrés appartiennent à des espèces éteintes. Nous nous appuierons sur ces faits pour établir les conclusions qui terminent cette notice.

C'est enfin sur les aires à argile rouge que l'on découvre le plus grand nombre de sphérules métalliques et de chondres de bronzite, dont nous avons décrit ailleurs les caractères en exposant les arguments en faveur d'une origine cosmique. Nous nous bornons à rappeler ici ce fait, qui doit servir, comme ceux qui précèdent, à corroborer quelques-unes des conclusions de nos recherches.

On peut résumer de la manière suivante ce que nous venons de dire sur la distribution des dépôts pélagiques :

1° Les sédiments terrigènes, les boues bleuâtres, les boues et sables verdâtres, les sables et les boues volcaniques, les sables et les boues coralliques, sont confinés aux zones de l'océan les plus rapprochées des terres. A l'exception des sables et des boues volcaniques et des sables et des boues coralliques, ces dépôts se forment dans la zone littorale des continents et des îles continentales ou dans les mers intérieures;

2° Les dépôts de vases organiques et d'argile rouge sont confinés aux régions abyssales des bassins océaniques; dans les zones tropicales et subtropicales, on trouve la vase à ptéropodes à des profondeurs qui ne dépassent pas 1,500 brasses; la vase à globigérines se dépose dans les mêmes zones sur les fonds dont la profondeur est comprise entre 500 et 2,800 brasses; la vase à radiolaires occupe le lit du centre du Pacifique à des profondeurs dépassant 2,500 brasses. Dans les mers du Sud, la vase à diatomées se dépose au Sud du 45e parallèle. L'aire occupée dans les grands océans par l'argile rouge est comprise entre le 45e parallèle au N. et au S.; on y observe ce sédiment dans les dépressions qui atteignent plus de 2,200 brasses.

Malgré tout ce que nos recherches peuvent avoir d'incomplet, les faits que nous venons d'énumérer permettent d'arriver à des conclusions qui présentent certain intérêt au point de vue géologique.

Nous avons montré que les débris arrachés aux continents viennent s'accumuler sur le lit de la mer avant qu'ils puissent atteindre les régions abyssales de l'océan. C'est seulement dans des cas exceptionnels que les matériaux terrigènes les plus ténus peuvent être entraînés à des centaines de milles des côtes. Au lieu des couches formées de cailloux et d'éléments clastiques de dimensions plus ou moins considérables, qui jouent un rôle si important dans l'édification des terres émergées, on trouve sur les grandes aires des bassins océaniques des restes microscopiques d'organismes pélagiques ou des produits d'altération des roches volcaniques. Les éléments caractéristiques que nous découvrons dans les sédiments fluviatiles et côtiers font défaut, à proprement parler, dans les profondeurs très éloignées des côtes : cela est vrai à tel point que dans un grand nombre de sondages du centre du Pacifique, par exemple, nous n'avons pas pu distinguer de particules minérales sur lesquelles l'action mécanique de l'eau aurait laissé son empreinte; les grains de quartz eux-mêmes y sont tellement rares qu'on peut les considérer comme absents. Il suffit d'indiquer ces faits pour voir apparaître les différences marquées qui séparent les dépôts des régions abyssales de l'Océan, de ceux qui forment habituellement la série normale des terrains géologiques. Les sédiments argileux avec les concrétions de manganèse, les zéolithes, les poussières cosmiques et les restes de vertébrés, dont nous avons indiqué la présence dans l'argile, les vases organiques que nous trouvons étalées sur le lit du centre du Pacifique, de l'Atlantique et de l'Océan Indien, ont-ils leurs analogues dans la série des couches géologiques? S'il était prouvé que dans ces couches, les sédiments pélagiques, que nous venons de décrire, ne sont pas représentés, il s'ensuivrait que des océans larges et profonds n'auraient pas occupé autrefois les aires continentales; on pourrait déduire comme corollaire, que les grandes lignes des bassins océaniques et des continents auraient été tracées dès le commencement des âges géologiques. Nous arriverions ainsi à une nouvelle confirmation de l'idée de la permanence des continents.

Sans avancer d'une manière positive que les aires terrestres et celles recouvertes par les eaux des grands bassins océaniques ont eu leurs limites ébauchées dès les débuts des périodes géologiques anciennes, on peut affirmer cependant que l'étude des sédiments pélagiques prouve à l'évidence que les dépressions où ils se déposent sont d'une haute antiquité. La présence de dents de squales, de caisses tympaniques de cétacés, de concrétions de manganèse et



de poussières cosmiques dans les régions à argile, concourent à le prouver. Il n'y a pas de raison de supposer que les parties de l'océan où ces restes de vertébrés se retrouvent avec la plus grande abondance, sont plus fréquentées par les squales et les baleines que d'autres régions où l'on ne constate pas sur le fond ces ossements de cétacés et ces dents de squales. Si l'on se rappelle en outre que ces caisses tympaniques, ces dents de requins et les fragments volcaniques sont souvent incrustés d'une croûte de 2 centimètres de manganèse, tandis que d'autres, provenant des mêmes dragages, ne sont recouverts que d'un mince enduit; si l'on tient compte enfin de ce que certains de ces ossements et de ces dents appartiennent à des espèces éteintes, on peut conclure avec certitude que l'argile des bassins océaniques s'y est accumulée avec une extrême lenteur. Il paraît donc hors de doute que sur ces aires à argile rouge du Pacifique se sont formés des dépôts qui remontent à des périodes bien éloignées des temps actuels.

La haute antiquité de ces formations nous est encore prouvée d'une manière frappante par la présence des poussières cosmiques que nous avons décrites ailleurs (1). Pour que ces substances puissent se déposer avec cette abondance relative dans les régions d'où la drague les ramène, on doit bien admettre que les bassins océaniques sont ouverts depuis de longues périodes.

Les dents de squales, les caisses tympaniques de baleines, les nodules de manganèse, les fragments de roches et de minéraux volcaniques altérés, les zéolithes et les poussières cosmiques se retrouvent avec la plus grande abondance dans l'argile rouge du centre du Pacifique, aux points de la surface du globe les plus éloignés des terres continentales. On les retrouve moins fréquents dans la vase à radiolaires; ils sont rares dans la vase à globigérines, à diatomées et à ptéropodes, et on ne les a dragués que tout à fait exceptionnellement dans les dépôts terrigènes près des côtes. Cependant ces corps doivent se trouver dans tous les dépôts; mais, grâce à la rapidité avec laquelle ils sont recouverts par d'autres matières sédimentaires, on a moins de chance que la drague les ramène. L'abondance plus ou moins grande de dents de squales, de caisses tympaniques de cétacés, de nodules manganésifères et de poussières cosmiques dans un dépôt peut être considérée comme donnant la mesure de la lenteur avec laquelle le sédiment s'est formé.

Les dépôts qui s'accumulent le plus rapidement sont incontesta-

(1) *Loc. cit.*, p. 17.

blement les sédiments terrigènes, puis viennent la vase à ptéropodes et la vase à globigérines; les vases à diatomées et à radiolaires s'accumulent moins vite que les dépôts pélagiques calcareux; enfin, le sédiment qui se forme avec la plus grande lenteur est l'argile rouge.

En tenant compte de l'ensemble des données que nous possédons aujourd'hui sur la distribution et la nature des sédiments pélagiques, on peut appuyer par de nouvelles preuves certaines lois relatives à la stratigraphie. Ce qui frappe tout d'abord dans les dépôts argileux et organiques formés dans les océans modernes, c'est la grande variété qu'ils nous offrent, alors qu'on s'attendrait à voir les sédiments présenter une parfaite analogie sur ces vastes aires où les conditions physiques paraissent les mêmes. Nous constatons, en outre, que dans les diverses régions de l'océan, les organismes de la surface montrent des différences très caractéristiques, tant au point de vue spécifique que pour le nombre d'individus. On ne peut donc pas tirer un argument trop absolu contre le synchronisme de certaines couches en s'appuyant sur les différences que pourrait présenter la faune. Les observations que nous avons signalées montrent, en outre, que les formations littorales, surtout celles à grains plus ou moins grossiers, n'occupent autour des terres qu'une zone relativement étroite; d'un autre côté, elles permettent de juger avec quelle lenteur ils doivent s'accumuler dans les conditions actuelles. Nous ne pouvons pas constater aujourd'hui de phénomènes qui soient en état de produire ces grandes accumulations de matières détritiques des couches géologiques. On doit donc admettre nécessairement que des mouvements considérables du sol sont nécessaires pour former les couches épaisses de matériaux clastiques que nous montrent les sédiments anciens. Nous constatons d'un autre côté que, dans certaines régions de la mer, il ne se forme pas de dépôt appréciable; on peut déduire de ce fait que dans les terrains sédimentaires l'absence d'une couche dans la série ne doit pas toujours être interprétée comme indiquant une émersion ou une érosion. L'examen des sondages confirme d'une manière décisive le fait que les formations arénacées ne se déposent pas dans des mers ouvertes et étendues, mais qu'elles réclament des côtes sujettes à de fréquentes oscillations qui permettent à l'océan d'élargir ou de resserrer ses rivages.

En comparant les terrains des formations géologiques avec les dépôts marins des océans actuels, on n'y découvre pas, croyons-nous, des sédiments identiques à l'argile rouge et aux vases orga-

niques calcaires et siliceuses. Mais, d'un autre côté, on voit, au premier aspect, que les dépôts terrigènes de nos lacs, des mers peu profondes ou fermées et ceux qui s'étalent sur les zones littorales des continents sont des équivalents de la craie, des sables verts, des schistes, des marnes, des sables, des grès, des conglomérats et d'autres formations sédimentaires. Parmi les terrains géologiques, il en est quelques-uns, comme certaines couches tertiaires d'Italie, la terre à radiolaires des Barbades et quelques assises de la craie, qui sembleraient montrer des caractères pélagiques; mais on doit les considérer comme ayant été formés le long de la zone marginale des continents, plutôt que dans des régions profondes et très loin des côtes. Il paraît certain que, durant les périodes géologiques, les fonds de mer près des côtes ou recouverts par des mers fermées et peu profondes furent surtout le théâtre de la formation des puissantes assises sédimentaires. Tout indique aussi que la grande majorité des couches de transport doit avoir été formée dans des aires analogues à celles occupées dans les mers modernes par les dépôts terrigènes; nous pourrions désigner cette zone marginale sous le nom de « aire de transition ». On pourrait évaluer la surface qu'elle occupe à $^2/_8$ de la surface terrestre.

Durant chacune des périodes géologiques, certaines parties des terres se sont abaissées sous la mer et ont été recouvertes ensuite par les sédiments, tandis que dans d'autres régions les dépôts terrigènes soulevés ont été transformés en surfaces continentales. Ces couches nous offrent, dans les fossiles qu'elles renferment, des renseignements relatifs aux organismes marins de la période où elles se sont déposées. Sur cette aire de transition, nous avons comme un enchaînement des phénomènes biologiques et géologiques.

De tout ce que nous venons de dire, il résulte que le caractère d'un sédiment est déterminé davantage par la distance des côtes à laquelle le dépôt se forme que par la profondeur. Il paraît découler des recherches sur les organismes marins que la même chose peut s'avancer par rapport à la faune, que l'on trouve répartie sur le fond des océans modernes. On constate, en effet, que des dragages peu écartés des côtes continentales, à des profondeurs de 1,000, 2,000, 3,000 brasses, sont plus riches en espèces et en individus que ceux que l'on exécute, aux mêmes profondeurs, à plusieurs centaines de milles au large. On a découvert aussi que, parmi les espèces recueillies par la drague dans les aires abyssales les plus éloignées des continents, le grand nombre montre des caractères

archaïques ou appartient à des groupes qui sont à la fois très anciens et très répandus sur tout le lit des océans actuels : tels sont les hexactinellides, les brachiopodes, les crinoïdes à tige et autres échinodermes, etc.

Comme on l'a déjà rappelé, cette « aire de transition » offre la plus grande variété de conditions physiques et biologiques et durant les périodes anciennes cette zone doit avoir été soumise à des modifications importantes et souvent répétées. Les animaux qui vivent sur cette aire peuvent être considérés comme les descendants profondément modifiés des êtres qui ont vécu dans des régions semblables durant les périodes géologiques écoulées, et dont quelques-uns des ancêtres sont conservés comme fossiles dans les roches sédimentaires. D'un autre côté, un grand nombre d'animaux ramenés par la drague des régions abyssales, sont très probablement les descendants de ceux qui ont vécu autrefois dans des eaux moins profondes et qui se seront retirés dans ces dépressions, afin échapper à la lutte pour l'existence, qui a toujours dû être plus forte dans les eaux de cette ceinture littorale, où la lumière,.la chaleur, le mouvement et d'autres circonstances favorables au développement organique peuvent faire sentir leurs effets sur la faune. Les animaux condamnés à émigrer se seront lentement acclimatés aux conditions d'existence de ces eaux profondes et auront colonisé graduellement les régions abyssales de la mer sans subir de grandes modifications, grâce à l'uniformité des conditions que présentent les dépressions océaniques. On peut encore admettre que dans les dépressions qui se formaient non loin des côtes, certaines espèces auront été entraînées graduellement dans des eaux plus profondes, et qu'après s'être accommodées à ces nouvelles conditions d'existence elles auront peuplé les grandes profondeurs. Quelques espèces animales et végétales peuvent avoir émigré ainsi durant chacune des périodes géologiques et l'on pourrait expliquer de cette manière l'origine et la distribution de la vie des mers profondes des océans actuels.



PREMIÈRE NOTE SUR LES CHÉLONIENS DE BERNISSART;

PAR

M. L. DOLLO,

Ingénieur, Aide-naturaliste au Musée.

Les Chéloniens de Bernissart comprennent, au moins jusqu'à présent, quatre individus, que l'on peut répartir en deux groupes:

A. Un premier, ne contenant qu'un seul spécimen. Je le désignerai sous le nom de « type α »;

B. Un second, renfermant les trois autres individus. Ce sera notre « type β ».

J'exposerai plus loin les motifs de cette division et la valeur qu'il faut attribuer à chacun des groupes ainsi formés. Cependant, avant d'en arriver là, je crois nécessaire d'entrer dans quelques détails sur la classification des Chéloniens.

I.

En 1862, A. Strauch publiait, dans les *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg* (1), un travail étendu sur la classification des Chéloniens vivants. Il reconnaissait, dans cet ordre, trois familles qu'il caractérisait comme suit :

Ordre : CHELONIA.

Famille I : TESTUDINIDA.

Chersites et *Paludines*, Duméril et Bibron (*Erpétologie générale*).
Testudinidæ, Emydidæ et *Chelydidæ*, Gray (*Catalogue of Shield Reptiles*).

Carapace toujours ovale, mais voûtée à des degrés divers. Os du

(1) A. Strauch, *Chelonologische Studien, mit besonderer Beziehung auf die Schildkrötensammlung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg* (Mém. Acad. Sc. St-Pétersbourg, 1862, p. 20).



plastron constamment soudés en une plaque présentant tout au plus une ouverture au milieu. Plastron et carapace invariablement revêtus de plaques cornées. Tympan toujours visible. Extrémités adaptées à la marche ou à la natation. Ongles de différentes formes, habituellement cinq, mais au moins quatre aux membres antérieurs; aux membres postérieurs généralement quatre, rarement cinq et, dans un seul cas, trois.

Mœurs : terrestres ou amphibies.

Tribu I : Chersemydes.

Chersites et *Paludines cryptodères*, Duméril et Bibron (*Erpétologie générale*).
Testudinidæ et *Emydidæ*, Gray (*Catalogue of Shield Reptiles*).

Bassin libre, non soudé avec le plastron. Au plus, deux plaques gulaires, souvent une, rarement aucune.

Ces animaux ont, presque tous, la faculté de retirer la tête et le cou sous leur carapace.

Tribu II : Chelydes.

Paludines pleurodères, Duméril et Bibron (*Erpétologie générale*).
Chelydidæ, Gray (*Catalogue of Shield Reptiles*).

Bassin toujours soudé avec le plastron. Celui-ci invariablement recouvert de treize plaques cornées, car, outre les deux plaques gulaires, il y a constamment une plaque intergulaire.

Ces animaux, pour la plupart, ne peuvent point retirer la tête et le cou sous le bouclier dorsal, mais les deux organes prénommés sont repliés sur le côté et protégés par le bord fréquemment proéminent de la carapace.

Famille II : TRIONYCHIDA.

Potamites, Duméril et Bibron (*Erpétologie générale*).
Trionycidæ, Gray (*Catalogue of Shield Reptiles*).

Carapace toujours ovale et, d'ordinaire, très faiblement voûtée. Elle consiste en un disque osseux, dont la face supérieure est vermiculée ou granulée. Autour de ce disque se trouve un bord cartilagineux, peu résistant, soutenu quelquefois, mais rarement, par des osselets marginaux isolés, dont la surface dorsale est également granulée. Plastron composé de pièces, qui restent séparées durant toute la vie. Carapace et plastron recouverts d'une peau continue sans trace de plaques cornées. Narines constamment prolongées en une trompe molle et mâchoires garnies de lèvres charnues. Tym-



pan caché sous la peau. Extrémités ayant invariablement la forme de pattes en palettes, c'est-à-dire portant au plus trois ongles et munies d'une membrane interdigitale bien développée.

La tête et le cou sont susceptibles d'être retirés sous la carapace. Les extrémités et la courte queue peuvent aussi, chez quelques formes, être cachées par des opercules dépendant du plastron.

Mœurs : entièrement aquatiques. Ces animaux habitent les grands fleuves des pays chauds.

Famille III : CHELONIIDA.

Thalassites, Duméril et Bibron (*Erpétologie générale*).
Cheloniadæ, Gray (*Catalogue of Shield Reptiles*).

Carapace cordiforme, arrondie en avant, étirée en pointe en arrière. Comme dans la famille précédente, les diverses pièces du plastron restent séparées durant toute la vie. Carapace et plastron recouverts, soit d'une peau continue, soit de plaques cornées, parquetées ou imbriquées. Revêtement corné des mâchoires très massif dans toute son étendue. Tympan caché. Extrémités transformées en nageoires; doigts ou orteils aplatis et solidement réunis les uns aux autres, sauf le 4e et le 5e orteils qui conservent, plus ou moins, leur mobilité. Membres antérieurs remarquablement plus longs que les postérieurs. Ongles rudimentaires, présents tout au plus au nombre de deux à chaque patte; ils manquent rarement tout à fait.

La tête et les extrémités ne peuvent être retirées sous la carapace.

Mœurs : entièrement aquatiques. Ces animaux habitent les mers des régions chaudes et tempérées.

Tribu I : Sphargidina.

Carapace recouverte d'une peau épaisse; extrémités sans ongles.

Tribu II : Chelonina.

Carapace recouverte de plaques cornées, régulièrement parquetées ou imbriquées; à chaque patte, un, ou, au plus, deux ongles.

Outre ces diagnoses, Strauch donne encore (1) un tableau analytique pour la détermination des genres. Nous reproduirons ce tableau, car nous devrons y renvoyer dans le cours de la présente Note. Le voici :

(1) A. Strauch, *Chelonologische Studien*, etc., p. 64.



SYNOPSIS DES GENRES DE CHÉLONIENS ACTUELS, D'APRÈS STRAUCH.

- ...e et
  - de plaques cornées. I. TESTUDINIDA. Plaque intergulaire
    - absente. 1. *Chersemydes*. Plaque caudale
      - simple, tout au plus divisée sur sa face supérieure. Carapace
        - d'une seule pièce. Le bord antérieur du plastron
          - immobile. Plastron
            - avec 12 plaques . . . . 1. *Testudo*.
            - avec 11 plaques . . . . 2. *Chersina*.
          - mobile . . . . 3. *Pyxis*.
        - formée de deux pièces, dont la postérieure est mobile . . . . 4. *Cinixys*.
      - double. Plaques pectorales
        - ne se touchent pas, mais, au contraire, sont écartées de la ligne médiane du plastron. 5. *Manouria*.
        - se touchent. Plastron
          - composé de 12 plaques. Suture sterno-costale
            - sans plaques spéciales. Plastron
              - composé de 2 parties mobiles qui s'appliquent sur la carapace
                - complètement. . . . . 6. *Terrapene*.
                - incomplètement . . . . 7. *Emys*.
              - d'une seule pièce et rigide. . . . . 8. *Clemmys*.
            - renfermant des plaques spéciales au nombre total de :
              - 4 . . . . 9. *Dermatemys*.
              - 3 . . . . 10. *Platysternon*.
          - ...u maximum de ...s. Suture sterno-
            - avec 3 plaques. Plaques margino-latérales
              - formant une double rangée . . . . 11. *Macroclemmys*.
              - formant une simple rangée . . . . 12. *Chelydra*.
            - ...ques Plas-
              - avec 8 plaques, d'ailleurs très courtes . . . . 13. *Staurotypus*.

- présente. 2. *Chelydes.* Plaque caudale
  - double. Carapace
    - sans crête, ou avec une faible crête médiane. Plaque intergulaire
      - située entre les plaques gulaires. Plaques vertébrales
        - au nombre de cinq. Plaque nuchale
          - absente. Plaques humérales
            - aussi grandes ou plus grandes que les pectorales. Bord antérieur du plastron
              - mobile. . . . . . . 18. ***Sternothaerus.***
              - fixe . . . . 19. ***Pelomedusa.***
          - présente . . . . 20. ***Platemys.***
        - au nombre de 6, parce que la plaque nuchale prend la place d'une plaque vertébrale. . . . . 21. ***Hydromedusa.***
      - située en arrière des plaques gulaires et ne prenant, par conséquent, point part à la formation du bord antérieur du plastron. . . . . 22. ***Chelodina.***
    - extraordinairement plate avec trois rangées de forts tubercules carénés . . . . . 23. ***Chelys.***

- recouverte d'une peau continue. II. TRIONYCHIDA. Plastron
  - court, sans opercules au bord postérieur . . . . 24. ***Trionyx.***
  - long, avec appendices operculiformes au bord postérieur. Bord de la carapace
    - entièrement cartilagineux . . . . 25. ***Cycloderma.***
    - en partie soutenu par des osselets marginaux . . 26. ***Emyda.***

- cordiforme, étirée en pointe en arrière. III. CHELONIIDA. Carapace.
  - recouverte d'une peau continue. 1. *Sphargidina* . . . . 27. ***Dermatochelys.***
  - recouverte de plaques cornées. 2. *Chelonina.* Plaques costales
    - au nombre de 4, de chaque côté, comme d'ordinaire; la première toujours plus grande que la dernière . . . . 28. ***Chelone.***
    - au moins au nombre de 5 et souvent plus; la première toujours plus petite que la dernière. . . . . 29. ***Thalassochelys.***

Ceci posé, si nous abordons maintenant l'étude des Tortues fossiles, nous ne tarderons point à nous apercevoir que, tandis que la plupart de ces animaux sont susceptibles de rentrer dans l'une des trois familles de Strauch, il en est un certain nombre qui appartiennent à un type nouveau n'existant plus de nos jours. Ce type, sur lequel H. von Meyer a, le premier, appelé l'attention et dont MM. les professeurs Rütimeyer et Zittel ont examiné divers représentants dans leurs admirables travaux (1), peut être défini de la manière suivante :

« Chéloniens offrant une remarquable réunion de caractères » répartis aujourd'hui entre les deux familles des TESTUDINIDA et » des CHELONIIDA. L'ossification incomplète de leur carapace, la » présence de larges fontanelles dans leur plastron et la distribu- » tion des pièces constituant celui-ci rappellent les tortues marines. » Au contraire, leur crâne et leurs membres se rapprochent de » ceux des Emydes. En effet, bien que la forme générale du pre- » mier fasse souvenir des Chélonées, sa structure intime l'en » éloigne. Quant aux membres, avec leurs cinq doigts ou orteils » relativement longs et tous pourvus d'ongles bien développés, ils » concordent complètement avec ceux des TESTUDINIDA. »

Ce groupe intéressant a été désigné sous le nom de THALASSEMYDES. Les animaux qui en font partie n'ont été rencontrés jusqu'à présent que dans la formation jurassique. Nous aurons l'occasion d'en reparler dans un instant.

II.

Arrivons à présent à la détermination des Chéloniens de Bernissart et commençons par notre « type α ».

Remarquons d'abord qu'il ne peut être identifié avec aucune des formes actuellement décrites dans le Purbeckien (2) ou le Wealdien.

(1) L. RÜTIMEYER, *Ueber den Bau von Schale und Schädel bei lebenden und fossilen Schildkröten als Beitrag zu einer paläontologischen Geschichte dieser Thiergruppe* (VERHANDLUNGEN DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN BASEL, vol. VI, 1874-78); *Die fossilen Schildkröten von Solothurn und der übrigen Juraformation* (NEUE DENKSCHRIFTEN DER ALLGEMEINEN SCHWEIZERISCHEN GESELLSCHAFT FÜR DIE GESAMMTEN NATURWISSENSCHAFTEN, 1873); K. A. ZITTEL, *Bemerkungen über die Schildkröten des lithographischen Schiefers in Bayern* (PALEONTOGRAPHICA, vol. XXIV, 1876-77).

(2) A. GEIKIE, *Text-book of Geology*, p. 796. Londres, 1882.

En effet, il se distingue des genres :

1. *Chelone* (1), par la structure de son crâne qui rapelle plutôt les TRIONYCHIDA;

2. *Tretosternon* (2), en ce que le bord de sa carapace est complètement ossifié;

3. *Pleurosternon* (3), par la nature de son plastron osseux, qui, au lieu d'être bâti sur le plan des TESTUDINIDA, est identique avec celui des CHELONIIDA;

4. *Platemys* (4), pour la même raison;

5. *Emys* (5), pour la même raison.

D'ailleurs, il offre tous les caractères essentiels des THALASSEMYDES.

Il suffit donc de le différencier d'avec ceux-ci. Or quels sont-ils ?

Ils comprennent trois genres bien caractérisés, desquels notre « type α » se sépare comme suit :

1. De *Thalassemys* (6), par la forme du crâne, si la tête attribuée à ce dernier (7) lui appartient réellement. En tout cas, par l'ossification beaucoup moins avancée de sa carapace et de son plastron;

2. De *Tropidemys* (8), par le degré d'ossification également;

3. D'*Eurysternum* (9), par le crâne;

Enfin, le fossile de Bernissart s'écarte encore des genres :

1. *Idiochelys* (10), par le crâne.

2. Et *Hydropelta* (11), par la moindre ossification de son plastron et de sa carapace.

(1) [*Chelone costata.*] R. OWEN, *A Monograph of the fossil Chelonian Reptiles of the Wealden Clays and Purbeck limestones* (PALEONTOGRAPHICAL SOCIETY OF LONDON, 1853, p. 10 et pl. VIII).

(2) R. OWEN, *Report of the eleventh Meeting of the British Association for the Advancement of science, held at Plymouth in July 1841*, p. 165. London, 1842.

(3) R. OWEN, *A Monograph*, etc., p. 2 et pl. I-VII.

(4) [*Platemys Mantelli*, etc.] R. OWEN, *A Monograph*, etc., p. 11 et pl. IX.

(5) [*Emys Menkei.*] H. v. MEYER *in* W. DUNKER, *Monographie der norddeutschen Wealdenbildung*, p. 79 et pl. XVI. Brunswick, 1846.

(6) L. RÜTIMEYER, *Schildkröten von Solothurn*, etc., p. 27.

(7) L. RÜTIMEYER, *Schildkröten von Solothurn*, etc., p. 94 et pl. XIV, fig. 5.

(8) L. RÜTIMEYER, *Schildkröten von Solothurn*, etc., p. 27.

(9) K. A. ZITTEL, *Schildkröten des lithographischen Schiefers*, etc., p. 176 et pl. XXVII; F. A. MAAK, *Die bis jetzt bekannten fossilen Schildkröten und die im oberen Jura bei Kelheim (Bayern) und Hannover neu aufgefundenen ältesten Arten derselben* (PALEONTOGRAPHICA, 1869, pl. XXXIX).

(10) L. RÜTIMEYER, *Schildkröten von Solothurn*, etc., p. 128 et pl. XV.

(11) L. RÜTIMEYER, *Ueber den Bau*, etc., p. 105; G. A. MAAK, *Fossilen Schildkröten*, etc., p. 122.

En résumé, notre « type α » ne peut rentrer dans aucune des familles de Chéloniens actuels : c'est un THALASSEMYDE et, parmi ceux-ci, il est impossible de l'identifier avec aucun des genres connus. D'autre part, le développement des apophyses squamoso-opisthotiques (1) ne permet pas de penser à un jeune animal. Nous sommes donc en présence d'une forme nouvelle.

En raison de la ressemblance générale de son crâne avec celui du genre *Chitra* (2), Gray (que Strauch (3) ne distingue pas du genre *Trionyx*), je propose de l'appeler *Chitracephalus*. Suivant les instructions reçues de la Direction du Musée, j'associerai à ce nom, comme désignation spécifique, celui de M. Dumon, Président du Conseil d'administration du charbonnage de Bernissart, en souvenir du concours si éclairé qu'il a prêté à l'Administration du Musée. Notre Chélonien sera, par conséquent, le *Chitracephalus Dumonii*. Voici ses caractères principaux :

Chitracephalus Dumonii, Dollo.

Carapace ovale, faiblement voûtée avec bord complètement ossifié.

Plaques costales n'atteignant point, à beaucoup près, les plaques marginales. Plastron, dont les éléments restent largement séparés à la manière des CHELONIIDA. Carapace et plastron recouverts de plaques cornées.

Extrémités adaptées à un régime amphibie, pentadigitées, avec leurs cinq doigts ou orteils pourvus d'ongles bien développés.

Crâne très allongé et déprimé, non dilaté en arrière. Face extrêmement courte. Orbites antérieures, formées par un anneau osseux entièrement fermé. Connexion, entre le sus-maxillaire et le quadratum, ligamenteuse, comme dans le genre *Cistudo* (4). *Fosse supra-latéro-temporale* (5) *ouverte.* Apophyses squamoso-opisthotiques nettement exprimées.

Gisement : Wealdien.

(1) L. RÜTIMEYER, *Ueber den Bau,* etc., p. 52.

(2) J. E. GRAY, *Catalogue of Shield Reptiles,* part I, p. 70 et pl. XLI. Londres, 1855.

(3) A. STRAUCH, *Chelonologische Studien,* etc., p. 50.

(4) J. E. GRAY, *Note on the Families and Genera of Tortoises* (Testudinata), *and on the Characters afforded by the Study of their Skulls* (PROC. ZOOL. SOC. LONDON, 1869, p. 176 et fig. 3).

(5) L. DOLLO, *On the Malleus of the Lacertilia, and the Malar and Quadrate bones of Mammalia* (QUART. JOURN. MICROSC. SCIENCE, 1883, p. 590).

Localité : Bernissart (village situé entre Mons et Tournai, près de la frontière française).

Restes connus : un animal entier déposé dans les collections du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

Essayons encore, avant d'aborder un autre sujet, de tirer quelques conclusions des éléments que nous avons fait connaître ci-dessus. D'après ce qui précède, il est vraisemblable que :

1° Eu égard à la forme ovale, à la faible courbure et au bord complètement ossifié de sa carapace, le *Chitracephalus Dumonii* était une tortue de mœurs amphibies, habitant les endroits marécageux.

2° Si on prend en considération les rapports que son crâne présente avec celui des TRIONYCHIDA, notamment dans la région du museau, le Chélonien de Bernissart avait :

α) Les narines prolongées en une trompe molle;

β) Les mâchoires garnies de lèvres charnues;

γ) La tête et le cou susceptibles d'être retirés sous la carapace.

C'est maintenant le moment de nous demander quelle valeur taxonomique il convient d'accorder au groupe des THALASSEMYDES.

M. le professeur L. Rütimeyer se sert fréquemment de cette expression pour désigner les genres *Thalassemys, Tropidemys* et *Eurysternum* (1). Cependant, le savant paléontologiste suisse ne forme point une division spéciale pour elles, puisqu'il les place dans la famille des *Emydidæ* (2).

D'autre part, M. le professeur Zittel insiste (3) sur la ressemblance, avec les THALASSEMYDES, des genres *Idiochelys* et *Hydropelta,* qui se rattachent aux *Chelydes* (4).

Enfin, nous savons que, sous le rapport du crâne, les Chéloniens actuels peuvent être rangés de la manière ci-contre (5) :

(1) *Eurysternum = Acichelys = Aplax = Palæomedusa = Achelonia = Euryaspis = Parachelys* (K. A. ZITTEL, *Schildkröten des lithographischen Schiefers,* etc., p. 182).

(2) L. RÜTIMEYER, *Schildkröten von Solothurn,* etc., pp. 26 et 31.

(3) K. A. ZITTEL, *Schildkröten des lithographischen Schiefers,* etc., p. 183.

(4) L. RÜTIMEYER, *Ueber den Bau,* etc., p. 128.

(5) J. E. GRAY, *Note on the Families,* etc., p. 166.

Classification de Strauch.		Classification de J. E. Gray.	
Familles.	Tribus.	Fosse supra-temporale, ou supra-latéro-temporale, fermée [Muscles temporaux protégés par une voûte osseuse.]	Fosse supra-temporale, ou supra-latéro-temporale, ouverte. [Muscles temporaux simplement recouverts par la peau.]
I. Testudinida.	1. *Chersemydes.*	*Platysternidæ.*	*Testudinidæ.* *Cistudinidæ.* *Emydidæ.* *Chelydradæ.*
	2. *Chelydes.*	*Podocephalidæ.*	*Chelydidæ.*
II. Trionychida			*Trionycidæ.*
III. Chelonida.	1. *Chelonina.*	*Cheloniadæ.*	
	2. *Sphargidina.*	*Sphargididæ.*	

Donc, si nous définissons les THALASSEMYDES des *Chéloniens avec une carapace et un plastron de* CHELONIIDA *et des membres de* TESTUDINIDA :

1° Nous devons y comprendre les genres :

1. *Thalassemys,*	4. *Idiochelys,*
2. *Tropidemys,*	5. *Hydropelta,*
3. *Eurysternum,*	6. *Chitracephalus;*

2° Nous sommes alors en présence d'un groupe auquel il convient, si on suit la classification de Strauch, d'accorder la valeur taxonomique d'une famille, car :

α) Comme les TESTUDINIDA, il contient des formes *Chersemydes* (*Thalassemys*) et des formes *Chelydes* (*Idiochelys*);

β) Comme les TESTUDINIDA encore, il renferme des types avec muscles temporaux protégés par une voûte osseuse (*Eurysternum, Idiochelys*) et des types avec muscles temporaux simplement recouverts par la peau (*Chitracephalus*).

Voyons à présent quelle position prend cette famille des THALASSEMYDES à l'égard des Chéloniens vivants.

Observons d'abord que, parmi ces derniers, aucune des trois familles n'est assez généralisée pour qu'elle mérite d'être considérée comme la souche des deux autres, ou même de l'une d'elles. En effet :

1° Nous ne pouvons supposer qu'une fois les plaques costales réunies aux plaques marginales dans les TESTUDINIDA, elles se séparent de nouveau pour donner naissance à la disposition qu'on constate chez les TRIONYCHIDA, ou chez les CHELONIIDA. Autant vaudrait dire qu'un jour le canon des ruminants se résoudra en ses éléments primitifs pour retourner à l'état que nous montrent les *Anoplotherium* (1) et les *Diplopus* (2);

2° Il est impossible de croire que les TRIONYCHIDA et les CHELONIIDA, qui ont moins de cinq ongles à chaque patte, aient pu retrouver leurs ongles perdus pour les léguer aux TESTUDINIDA;

3° Comment imaginer, par la même raison, que les CHELONIIDA, qui n'ont, au maximum, que deux ongles à chaque patte, aient été capables d'en transmettre trois aux TRIONYCHIDA?

(1) CUVIER, *Ossemens fossiles,* édit. 1836, pl. CXLIII.

(2) W. KOWALEVSKY, *On the Osteology of the Hyopotamidæ* (PHIL. TRANS. ROY SOC. LONDON, 1873).

4° Comment vouloir, enfin, que le crâne si spécial de ces derniers animaux se transforme pour devenir ce qu'il est chez les CHELONIIDA ?

Non, les Chéloniens actuels sont partis d'un type plus généralisé, type dont nous devons retrouver les restes dans les formations géologiques. Or, nul mieux que les THALASSEMYDES ne saurait nous le représenter. Car :

1° Une rudimentation des osselets marginaux (1) et la disparition des plaques cornées (2) nous conduisent aux TRIONYCHIDA ;

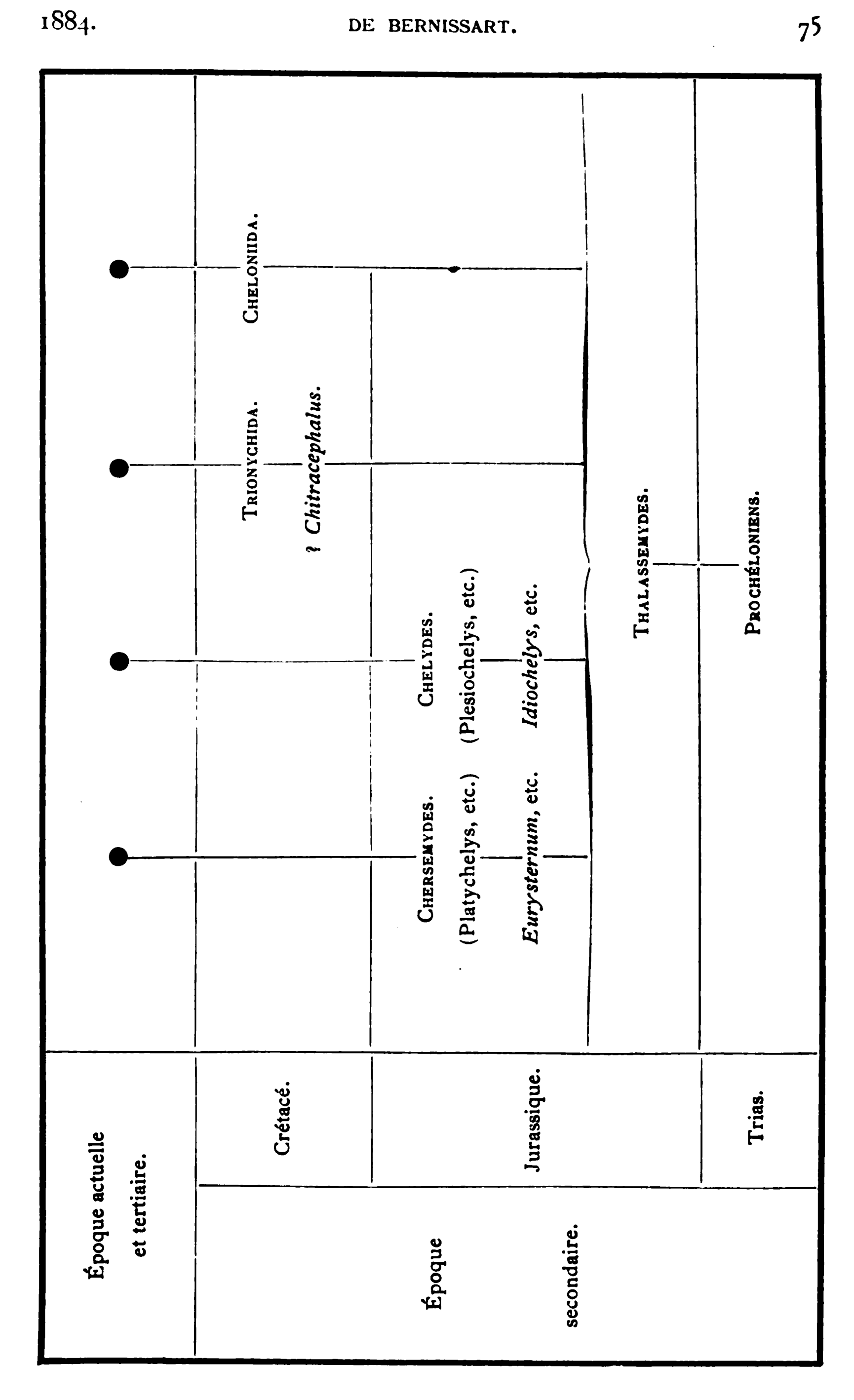
2° Une adaptation plus complète à la vie aquatique nous mène, par transformation des membres, aux CHELONIIDA ;

3° Une ossification plus étendue de la carapace et du plastron nous donne les TESTUDINIDA.

Et la position, dans le temps des THALASSEMYDES, — puisqu'elles se rangent parmi les plus anciennes tortues connues, — se prête admirablement au rôle que nous leur attribuons. Nous croyons donc ne point trop nous écarter de la vérité en disant que les THALASSEMYDES sont aux Chéloniens actuels ce que les MESOSUCHIA sont aux Crocodiliens d'aujourd'hui. C'est ce que l'on peut exprimer par le tableau ci-contre, qui résume, en même temps, la classification des Chéloniens :

(1) Ces sortes de rudimentations ne sont pas rares. Nous n'en voulons pour exemple que le ligament stylo-hyoïdien de l'homme, qui, comme on le sait, est encore ossifié chez le cheval.

(2) Cette disparition des plaques cornées n'est point une pure hypothèse. En effet, les *Sphargidina,* dont la carapace est simplement recouverte d'une peau continue à l'état adulte, possèdent, pendant le jeune âge, des plaques cornées (DUMÉRIL et BIBRON, *Erpétologie générale,* t. II, p. 559).



Chelonida.
Trionychida.
? Chitracephalus.
Chelydes.
(Plesiochelys, etc.)
Idiochelys, etc.
Chersemydes.
(Platychelys, etc.)
Eurysternum, etc.
Thalassemydes.
Prochéloniens.
Époque actuelle et tertiaire.
Crétacé.
Jurassique.
Trias.
Époque secondaire.

III.

Passons à la détermination de notre « type β ». Comme nous l'avons dit, il comprend trois spécimens que l'on peut diviser en :

1° 1 grand,

2° 2 petits.

Un simple coup d'œil sur le grand suffit pour montrer qu'il appartient à la famille des TESTUDINIDA. Quant aux petits, nous croyons qu'il y a lieu de les considérer comme les jeunes du grand ; car :

1° Ils nous offrent précisément la forme que l'on doit s'attendre à trouver chez les jeunes du grand. En effet, si nous comparons le plastron osseux de nos petits spécimens à celui du *Chitracephalus Dumonii*, nous voyons que, quoique ce dernier soit de plus forte taille, les fontanelles y sont bien plus considérables (1).

En d'autres termes, nous avons affaire ici, ainsi que nous l'avons constaté déjà, à un plastron bâti d'après le plan des CHELONIIDA. Tout autrement en est-il avec nos petits individus. Malgré leur exiguïté, ils ont déjà un vrai plastron de TESTUDINIDA, sauf qu'on y rencontre quelques fontanelles. Mais nous savons que la famille prénommée les possède aussi pendant le jeune âge (2);

2° Lorsqu'on examine le squelette d'un jeune animal de la famille des TESTUDINIDA, par exemple, on observe que les plaques cornées n'ont point alors la consistance qu'elles prendront plus tard. La carapace entière est très mince et en raison de ce peu de solidité, comme aussi d'un appui moindre de la charpente osseuse, elle est susceptible de se gauchir et de se plisser. Or, si on regarde les planches annexées à la présente note, il sera facile de reconnaître ces plissements sur nos petits spécimens.

(1) Ce qui exclut, naturellement, la possibilité que notre « type α » soit l'état adulte des petits spécimens du « type β ». De plus, bien que le grand individu de ce dernier type soit moins volumineux que l'unique représentant de notre « type α », son plastron ne présente aucune fontanelle : on ne peut, par conséquent, point admettre que le grand spécimen du « type β » soit le jeune du « type α » et la réciproque non plus à cause de la taille. Notre division en deux types se trouve donc justifiée, conclusion qui est encore confirmée par l'étude du crâne.

(2) L. RÜTIMEYER, *Ueber den Bau*, etc., pp. 15 et suiv.; *Schildkröten von Solothurn*, etc., p. 10 et pl. XVII, fig. 4 et 5 (*Podocnemis expansa*, Wagl.).

Étant donc accepté que les trois formes de notre « type β » se résolvent en :

1° 1 adulte,

2° 2 jeunes,

il reste à déterminer le premier.

Notons d'abord que, de même que pour le « type α », le « type β » ne peut se confondre avec aucun des Chéloniens décrits jusqu'à ce jour dans le Purbeckien ou le Wealdien. En effet, il se distingue des genres :

1. *Chitracephalus*, en ce qu'il appartient aux Testudinida et non aux Thalassemydes ;

2. *Chelone*, en ce qu'il appartient aux Testudinida et non aux Cheloniida ;

3. *Tretosternon*, en ce que le bord de sa carapace est complètement ossifié ;

4. *Pleurosternon*, par l'absence de mesoplastron (1);

5. *Emys*, par la présence d'une plaque intergulaire;

6. *Platemys*, par la plaque sus-caudale qui est simple au lieu d'être double.

Ainsi que nous venons de le dire, notre « type β » possède une plaque intergulaire. Il se range, par conséquent (2), dans les *Chelydes*. Voyons comment il se comporte à l'égard des formes tant fossiles qu'actuelles de cette tribu. Il se distingue des genres :

1. *Plesiochelys* (3), en ce qu'il n'a que deux plaques gulaires au lieu de quatre ;

2. *Craspedochelys* (4), en ce qu'il n'a point de fontanelle centrale dans le plastron ;

3. *Podocnemis* (5),

4. *Sternothærus* (5),

5. *Pelomedusa* (5),

6. *Platemys* (5),

7. *Hydromedusa* (5),

8. *Chelodina* (5),

9. *Chelys* (5),

en ce qu'il a une plaque sus-caudale simple et non double.

(1) K. A. Zittel, *Schildkröten des lithographischen Schiefers*, etc., p. 184.

(2) Voir le tableau des pages 66 et 67.

(3) L. Rütimeyer, *Schildkröten von Solothurn*, etc., p. 54.

(4) L. Rütimeyer, *Ueber den Bau*, etc., p. 87.

(5) Voir le tableau des pages 66 et 67.

D'après ce qui précède, notre « type β » semblerait donc s'identifier avec le genre *Peltocephalus*. Et, en réalité, il possède des affinités avec lui. Ils ont, notamment, en commun, outre la plaque sus-caudale simple, les muscles temporaux protégés par une voûte osseuse (1). Ces rapports, entre un Chélonien Wealdien de l'Ancien-Monde et une Tortue actuelle de l'Amérique méridionale, peuvent étonner au premier abord. Mais ce n'est point là un fait isolé. Qu'on se rappelle les relations des genres *Plesiochelys, Pleurosternon, Bothremys,* avec les genres *Peltocephalus*, *Podocnemis* et *Platemys* (2); qu'on se souvienne également de la présence de ce dernier, maintenant limité à l'Amérique méridionale et à l'Australie (3), en Europe, à l'époque Eocène (4), et on reconnaîtra que notre rapprochement n'a plus rien que d'ordinaire. D'ailleurs, s'il y a ressemblance entre notre « type β » et le *Peltocephalus,* je ne crois pas qu'elle soit suffisante pour confondre ces deux animaux. En effet, indépendamment des caractères que l'état de notre fossile ne nous a pas permis de vérifier, il lui manque le mésoplastron qu'on observe chez le Peltocéphale (5). De plus, les plaques gulaires et intergulaire ont une tout autre forme et de tout autres dimensions chez le premier que chez le dernier. Enfin, le bord postérieur du plastron n'est point échancré sur notre « type β » (6). Je conclus donc à un genre nouveau pour lequel je propose le nom de *Peltochelys,* afin de rappeler ses affinités. Suivant les instructions reçues de la Direction du Musée, j'associerai à ce nom, comme désignation spécifique, celui de M. le comte Du Chastel, administrateur du Charbonnage de Bernissart. Notre « type β » sera donc le *Peltochelys Duchastelii.* Voici ses caractères principaux :

Peltochelys Duchastelii, Dollo.

Carapace ovale, faiblement voûtée, avec bord complètement ossifié et bâtie, de même que le plastron, d'après le plan des Testudinida d'aujourd'hui. Pas de mésoplastron. Carapace et plastron recouverts de plaques cornées. Une plaque intergulaire. Plaque sus-caudale simple.

(1) L. Rütimeyer, *Ueber den Bau,* etc., p. 60.
(2) L. Rütimeyer, *Ueber den Bau,* etc., pp. 128 et 132.
(3) A. Strauch, *Chelonologische Studien,* etc., p. 47.
(4) A. Maak, *Fossilen Schildkröten,* etc., p. 137.
(5) L. Rütimeyer, *Ueber den Bau,* etc., p. 23.
(6) Duméril et Bibron, *Erpétologie générale,* pl. XVIII, fig. 2*a*.

Crâne volumineux avec muscles temporaux protégés par une voûte osseuse.

Gisement : Wealdien.

Localité : Bernissart (village situé entre Mons et Tournai, près de la frontière française).

Restes connus : 3 individus :

1° 1 adulte,

2° 2 jeunes,

conservés dans les collections du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

Position dans le système : Fam. TESTUDINIDA. Trib. *Chelydes.* Dans le voisinage du genre *Peltocephalus.*

De même que pour le *Chitracephalus Dumonii,* nous pouvons, de la structure du *Peltochelys Duchastelii,* tirer les déductions suivantes :

1° Eu égard à la forme ovale, à la faible courbure et au bord complètement ossifié de sa carapace, le *Peltochelys Duchastelii* était une tortue de mœurs amphibies, habitant les endroits marécageux.

2° Si on prend en considération la position de notre « type β » dans le système, il est permis d'affirmer que :

α) Ses narines n'étaient point prolongées en une trompe molle;

β) Ses mâchoires n'étaient point garnies de lèvres charnues;

γ) Sa tête et son cou n'étaient point susceptibles d'être retirés sous la carapace, au moins entre les pattes. Au contraire, lesdits organes étaient repliés latéralement et protégés par le bord proéminent du bouclier dorsal.

Dans une communication ultérieure, je reprendrai nos Chéloniens de Bernissart pour les étudier d'une manière plus approfondie.



PLANCHE I.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Chitracephalus Dumonii, Dollo.

FIG. 1. — La tête, grossie un peu moins de deux fois. — Vue ventrale.

FIG. 2. — La même. — Vue dorsale.

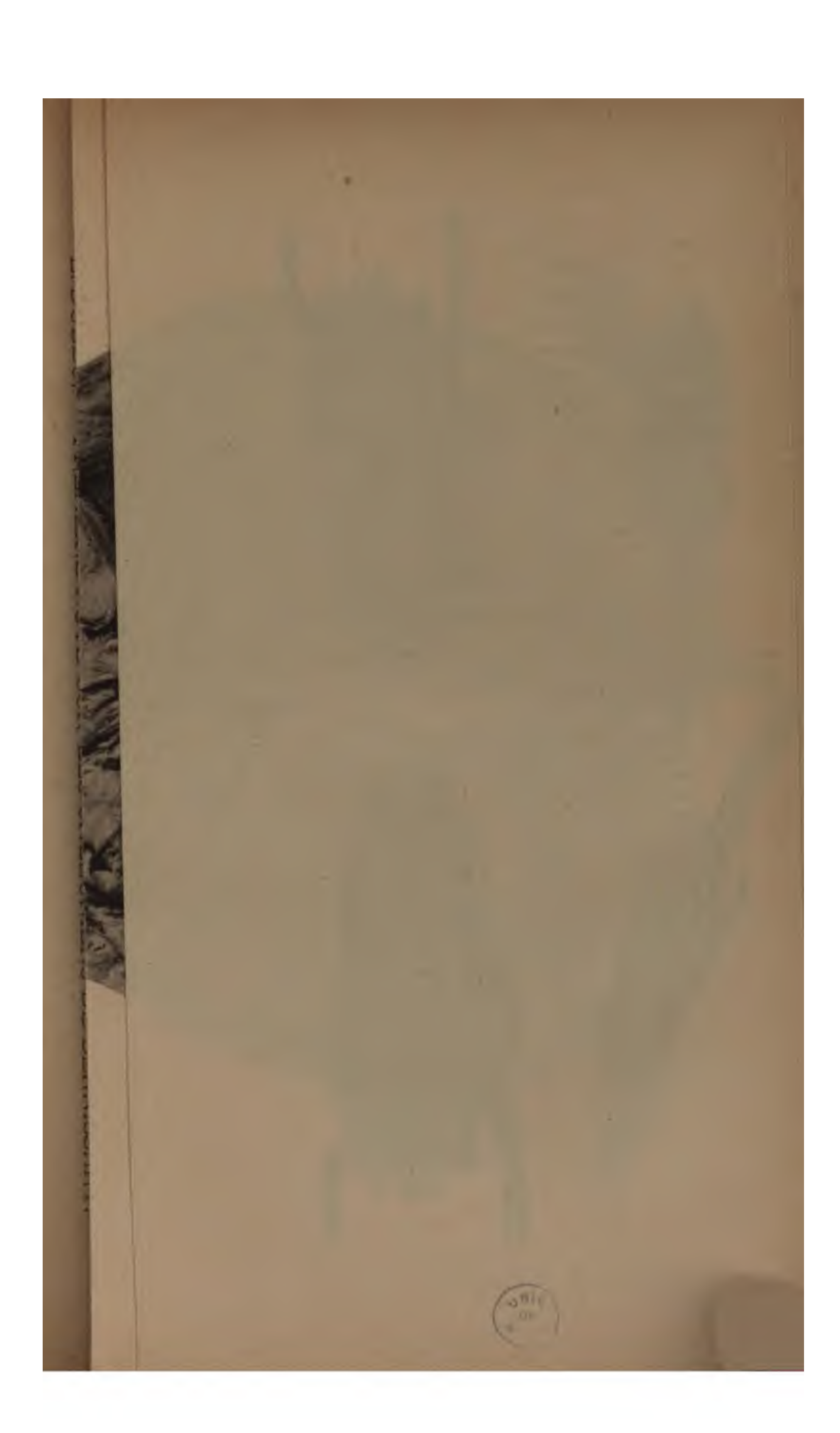
FIG. 3. — La même. — Vue de face du museau.

FIG. 4. — L'animal presque entier (échelle approximative : $^4/_5$). — Vue dorsale.

FIG. 5. — Patte de derrière gauche, grossie environ trois fois. — Vue interne.

FIG. 6. — Patte de devant gauche, grossie environ deux fois. — Vue dorsale.

FIG. 7. — Région postérieure du corps. — Vue ventrale.


UNIV
OF

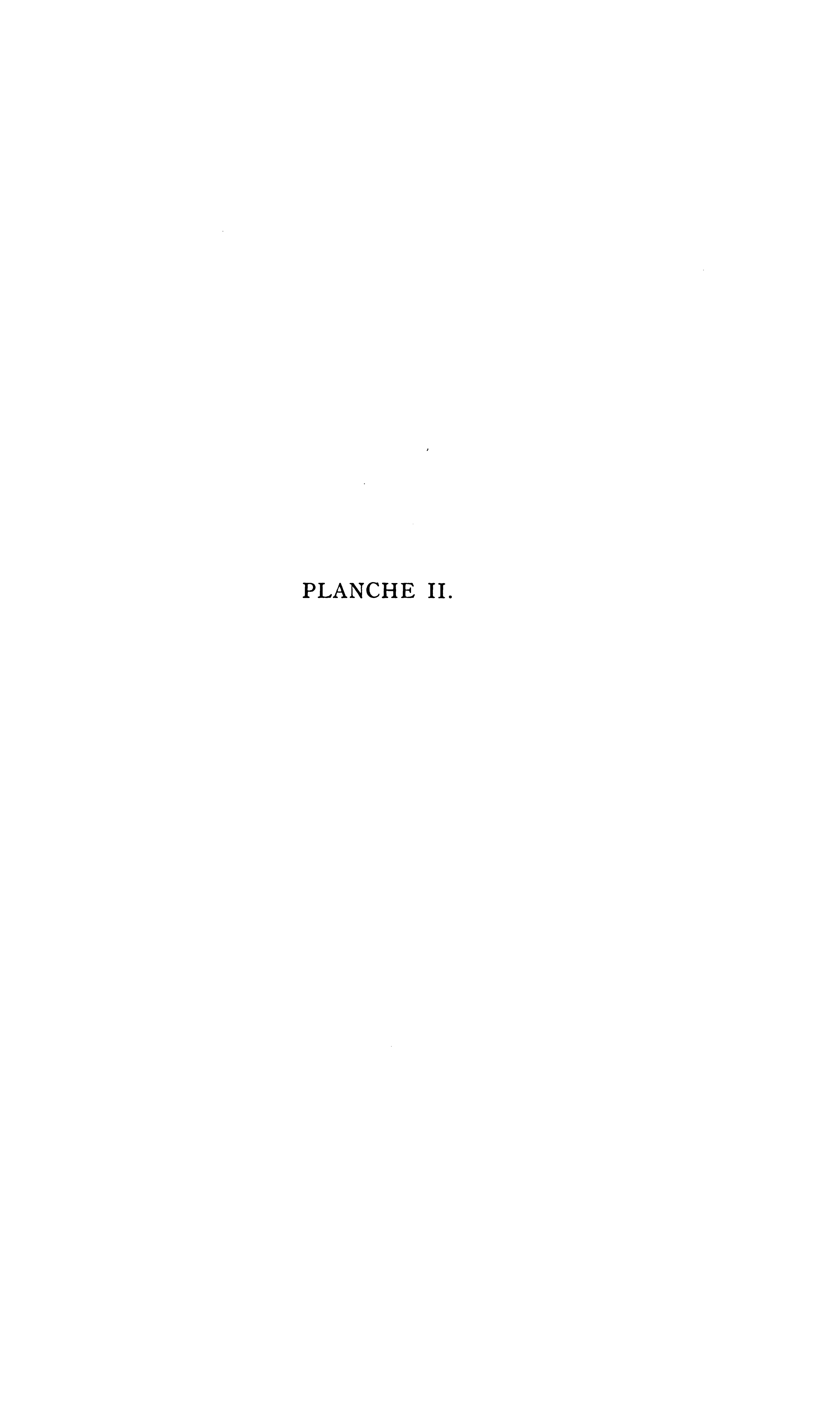


PLANCHE II.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Peltochelys Duchastelii, Dollo.

Fig. 1. — **Carapace d'un individu adulte. — Vue dorsale.**

Fig. 2. — **Plastron du même. — Vue ventrale.**

Fig. 3. — **Jeune individu. — Vue dorsale.**

Fig. 4. — **Le même. — Vue ventrale.**

Fig. 5. — **Autre jeune spécimen. — Vue dorsale.**

Fig. 6. — **Le même. — Vue ventrale.**

Toutes les figures sont, à peu de chose près, de grandeur naturelle.



Peltochelys Duchastelii, Dollo.

L. DOLLO. — PREMIÈRE NOTE SUR LES CHÉLONIENS DE BERNISSART.

NOTE SUR LE BATRACIEN DE BERNISSART,

PAR

M. L. DOLLO,

Ingénieur, Aide-naturaliste au Musée.

La classe des Amphibiens n'est représentée, parmi les nombreux fossiles recueillis à Bernissart, que par un seul individu. Je me propose dans la présente note :

1° D'examiner si cet animal est susceptible d'être identifié avec l'une des formes connues, ou s'il convient d'en faire le type d'une espèce, d'un genre, voire même d'une famille nouvelle;

2° De déterminer, poursuivant ainsi le plan tracé dans mes précédentes publications, sa position dans le système.

Toutefois, avant de passer à l'étude de ces questions, il me paraît indispensable de jeter un coup d'œil sur la classification des Amphibiens : c'est donc par là que nous commencerons.

I.

Si l'on réfléchit à l'âge de notre fossile (Wealdien) et si l'on se souvient, d'autre part, que les Labyrinthodontes se rencontrent jusque dans le Rhétien (Infra-Lias, zone à *Avicula contorta*) (1) [*Trematosaurus*], on reconnaîtra sans peine qu'il y a, pour le moins, autant lieu d'examiner les rapports de l'Amphibien de Bernissart avec les Stégocéphales qu'avec les formes plus récentes. C'est, par conséquent, de la classification générale des Amphibiens que nous aurons à nous occuper et non pas seulement des trois ordres actuels, comme on serait tenté de le faire par un examen superficiel de l'animal. Cette tâche nous sera, d'ailleurs, facilitée par un travail récent de l'illustre paléontologiste américain M. E. D. Cope (2). Nous reproduisons ci-après sa classification et le tableau phylogénique qui l'accompagne.

(1) H. Credner, *Traité de géologie et de paléontologie*, p. 486. Trad. R. Moniez. Paris, 1879; A. Geikie, *Text-book of Geology*, p. 767. London, 1882.

(2) E. D. Cope, *The Batrachia of the Permian Period of North America* (American Naturalist, January, 1884, p. 26).

CLASSE DES BATRACIENS.

I. Supraoccipitaux, épiotiques et supratemporaux présents. Os de l'avant-bras et de la jambe distincts.

1. Centres vertébraux, y compris celui de l'atlas [*Proatlas* (1), P. Albrecht], composés de deux pleurocentres [*Hémicentres* (2), P. Albrecht] et d'un intercentre [*Hypapophyse* (3), P. Albrecht]. Chaque paire de neurapophyses supportée seulement par un centre. . . . . RHACHITOMI.
2. Centres et intercentres sensiblement de même volume et en contact tous deux avec les neurapophyses, chaque paire de neurapophyses étant supportée à la fois par un centre et un intercentre (4) . . . . EMBOLOMERI.
3. Centres vertébraux d'une seule pièce. Chaque paire de neurapophyses supportée seulement par un centre . . . . . STEGOCEPHALI.

II. Supraoccipitaux et supratemporaux absents. Frontal distinct et os de l'avant-bras, ainsi que de la jambe, séparés.

1. Épiotiques présents.
   α) Un arc palatin; vertèbres caudales non soudées en un urostyle . . . . PROTEIDA.
2. Épiotiques absents.
   α) Un arc maxillaire; arc palatin imparfait; vertèbres caudales non soudées en un urostyle; nasaux et prémaxillaires distincts . . . . URODELA.
   β) Arcs maxillaire et palatin distincts; nasaux et prémaxillaires soudés. . . . . GYMNOPHIONA.
   γ) Arcs maxillaire et palatin absents; vertèbres caudales non soudées en un urostyle; nasaux et prémaxillaires distincts . . . . TRACHYSTOMATA.

III. Supraoccipitaux, épiotiques et supratemporaux absents. Frontaux et pariétaux confluents. Os de l'avant-bras et de la jambe soudés sur toute leur étendue. Un urostyle.

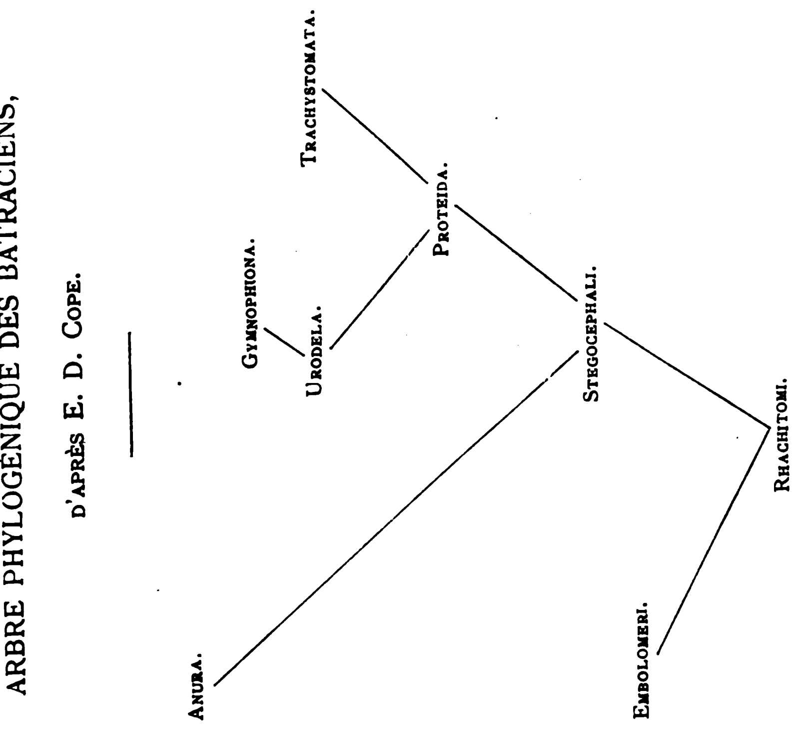
1. Prémaxillaires et nasaux distincts; pas d'arc palatin; astragale et calcaneum allongés, formant à eux seuls un segment du membre postérieur . . . . ANURA.

(1) P. ALBRECHT, *Ueber den Proatlas, einen zwischen dem Occipitale und dem Atlas der amnioten Wirbelthiere gelegenen Wirbel, und den Nervus spinalis I s. proatlanticus* (ZOOLOGISCHER ANZEIGER, 1880, p. 475).

(2) P. ALBRECHT, *Note sur une hémivertèbre gauche de* Python Sebæ, *Dum.* (BULL. MUS. ROY. HIST. NAT. BELG., t. II, 1883, p. 22).

(3) P. ALBRECHT, *Note sur la présence d'un rudiment de proatlas sur un exemplaire de* Hatteria punctata, *Gray* (BULL. MUS. ROY. HIST. NAT. BELG., t. II, 1883, p. 190; *Note sur le centre du Proatlas chez un* Macacus arctoïdes, *I. Geoffr.* (BULL. MUS. ROY. HIST. NAT. BELG. t. II, 1883, pp. 290 et 291).

(4) E. D. COPE, *Batrachia of the Permian Period*, etc., p. 37.


ARBRE PHYLOGÉNIQUE DES BATRACIENS,
D'APRÈS E. D. COPE.
TRACHYSTOMATA.
PROTEIDA.
GYMNOPHIONA.
URODELA.
STEGOCEPHALI.
RHACHITOMI.
ANURA.
EMBOLOMERI.

Ceci posé, indiquons quelques-unes des réflexions que le travail de M. le professeur E. D. Cope nous a suggérées, puis nous passerons à la détermination de l'Amphibien de Bernissart.

1° M. Cope divise, comme suit, l'ordre des RHACHITOMI :

α) Deux condyles occipitaux . . . . *Eryopidæ*.
β) Non . . . . *Trimerorhachidæ*

N'y aurait-il pas lieu d'ajouter aux genres :

1. *Eryops*, Cope,
2. *Acheloma*, Cope,
3. *Anisodexis*, Cope,
4. *Zatrachys*, Cope,
5. *Actinodon*, Gaudry,

qui composent la première de ces deux familles, le genre *Euchirosaurus* (1), Gaudry ?

A propos de ce dernier, chez lequel l'apophyse épineuse existe comme formation autogène, je ferai remarquer que M. le professeur P. Albrecht a rencontré et publié, depuis plusieurs années (2), une disposition analogue, à l'état atavistique, chez les Mammifères. Il a même donné à la partie ossifiant ainsi séparément le nom d'*anarcual*.

En ce qui concerne la famille des *Trimerorhachidæ*, il semble qu'on peut ajouter sans hésitation à son unique représentant, le genre *Trimerorhachis*, l'*Archegosaurus*; car :

α) Celui-ci a des vertèbres de RHACHITOMI (3),

β) Il manque de condyles occipitaux (4).

La seule difficulté est que, tandis qu'il n'y a pas d'*anarcual* chez le *Trimerorhachis* (5), l'*Archegosaurus* possède une apophyse épineuse bien développée (6). Cependant, comme M. le professeur P. Albrecht le montrera prochainement, à l'aide d'une admirable préparation qu'il a actuellement entre les mains, une même colonne vertébrale peut renfermer à la fois des vertèbres sans *anarcual* ossifié (région cervicale) et des vertèbres avec *anarcual*

(1) A. GAUDRY, *Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Fossiles primaires*, p. 270, fig. 269 et 270. Paris, 1883.

(2) P. ALBRECHT, *Ueber den Proatlas*, etc., p. 473.

(3) A. GAUDRY, *Fossiles primaires*, p. 263, fig. 259.

(4) E. D. COPE, *Second Contribution to the History of the Vertebrata of the Permian formation of Texas* (PROC. AMER. PHIL. SOC., 1880, May, 7, p. 13).

(5) E. D. COPE, *Batrachia of the Permian Period*, etc., p. 32.

(6) A. GAUDRY, *Fossiles primaires*, p. 263, fig. 259.

ossifié (région dorso-lombaire). Par conséquent, la présence, ou l'absence, d'*anarcual*, tout en ayant une importance réelle, ne paraît point de nature à justifier la création d'une famille nouvelle.

2° La structure des vertèbres des EMBOLOMERI nous paraît une intéressante confirmation de la théorie de M. P. Albrecht, qui considère le pseudocentre de l'atlas des Amniotes comme une hypapophyse proatlanto-atlantique (1), car elle nous prouve que les hypapophyses peuvent parfois servir de support aux neurapophyses.

3° Chez les mêmes EMBOLOMERI, M. Cope nous dit avoir observé, entre le crâne et la première vertèbre, une pièce isolée qu'il compare au condyle occipital des Reptiles. Cependant le condyle occipital de ces animaux est formé, non au dépens d'une seule partie, mais bien de trois, qui sont, comme on le sait :

α) Le basioccipital,
β) L'exoccipital droit,
γ) L'exoccipital gauche.

Ce n'est donc point le condyle occipital des Reptiles, mais vraisemblablement le basioccipital que la pièce de M. Cope représente. S'il en était réellement ainsi, nous pourrions dresser le curieux parallèle suivant :

1. Basioccipital supportant les exoccipitaux(AMNIOTES, *Trimerorhachidæ*).	1. Centre de l'atlas supportant les neurapophyses de cette vertèbre (AMPHIBIENS) (2).
2. Basioccipital libre (EMBOLOMERI).	2. Centre de l'atlas libre (un grand nombre d'AMNIOTES).
3. Basioccipital soudé au centre du proatlas (URODÈLES) (3).	3. Centre de l'atlas soudé au centre de l'axis (CROCODILIENS, etc.).
4. Basioccipital n'ossifiant plus, absent (ANOURES) (4).	4. Centre de l'atlas rudimentaire, quoique ossifiant encore séparément (CÉTACÉS) (5).

(1) P. ALBRECHT, *Centre du Proatlas*, etc., p. 292.

(2) P. ALBRECHT, *Ueber den Proatlas*, etc., p. 475.

(3) P. ALBRECHT, *Ueber einen Processus odontoïdes des Atlas bei den urodelen Amphibien* (CENTRALBL. F. D. MED. WISSENSCH., 1878, n° 32); *Ueber den Proatlas*, etc., p. 476.

(4) P. ALBRECHT, *Note sur le basioccipital des Batraciens anoures* (BULL. MUS ROY. HIST. NAT. BELG., t. II, 1883, p. 195).

(5) W. H. FLOWER, *An Introduction to the Osteology of the Mammalia*, p. 37 London, 1870.

4° N'est-ce point accorder à la présence des é[illegible] l'absence des arcs maxillaires et palatins une trop grande [illegible] que de s'en servir pour différencier deux ordres, les [illegible] TRACHYSTOMATA, qu'on s'accorde généralement (1) à faire [illegible] dans l'ordre des URODÈLES?

5° M. Cope indique, comme caractère distinctif des G[illegible] la soudure des nasaux et des prémaxillaires. Cette disposition [illegible] pourtant point générale dans l'ordre précité, puisqu'elle [illegible] dans le genre *Epicrium* (2), par exemple.

6° Il nous paraît difficile de faire dériver les URODÈLES des [illegible]TEIDES, car comment les seconds ont-ils pu léguer aux premiers [illegible] maxillaires qu'ils ont perdus? Les URODÈLES doivent, nous sem[illegible] t-il, provenir d'un type plus généralisé.

7° Comment supposer, de même, que les URODÈLES, qui sont [illegible] et n'ont qu'une rangée de dents dans la mandibule, aient été capa[illegible]bles de transmettre aux GYMNOPHIONA leurs singulières écailles et [illegible] double rangée de dents de la mâchoire inférieure? Ne faut-il pas plutôt chercher la souche des Cécilies directement dans les STÉGO-CÉPHALES, notamment dans le voisinage de *Discosaurus* (3)?

Telles sont les réflexions que nous désirions présenter.

Cependant, malgré ces critiques de détail, nous avouons n[e] point être préparé à offrir une nouvelle classification des Amphibiens et c'est pourquoi nous adopterons, au moins pour les fossiles, les divisions de M. Cope dans le cours de cette notice.

II.

Abordons à présent la détermination du Batracien de Bernissart. Cet animal se distingue :

1° Des RHACHITOMI [*Archegosaurus* (4), *Actinodon* (5), *Euchiro-*

(1) T. H. HUXLEY, *A Manual of the Anatomy of Vertebrated animals*, p. 172. London, 1871; G. A. BOULENGER, *Catalogue of Batrachia caudata and apoda*, p. 1. London, 1882.

(2) R. WIEDERSHEIM, *Lehrbuch der vergleich. Anatomie der Wirbelthiere*, t. I, p. 134 et fig. 91, A.

(3) H. CREDNER, *Die Stegocephalen aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden*, IV. Theil, p. 294 et pl. XII (ZEITSCHR. D. DEUTSCH. GEOL. GESELLSCH., 1883).

(4) A. GAUDRY, *Fossiles primaires*, p. 262, fig. 258.

(5) A. GAUDRY, *Fossiles primaires*, p. 269, fig. 268.

rus (1)] par l'absence de toute armure dermique, ou épidermique;

2° Des Embolomeri [*Cricotus* (2)], pour la même raison;

3° Des Stégocéphales (3) [*Microsauriens* (4), *Labyrinthodon*- (5), etc.], pour la même raison;

4° Des Gymnophiona, par la présence de membres;

5° Des Anoures, par la présence d'une queue avec vertèbres distinctes.

C'est, par conséquent, un Urodèle, au sens le plus large du mot. Mais, dans cet ordre, il se différencie :

1° Des *Salamandridea* (6), par la persistance de plus de deux arcs branchiaux;

2° Des *Sirenidæ* (7), par la présence de membres postérieurs. Il semble donc appartenir à la famille des *Proteidæ* (8) et, dans celle-ci, il se sépare des genres :

1° *Necturus* (9) (4-4), en ce qu'il a cinq orteils;

2° *Proteus* (10) (3-2), pour la même raison.

Il constitue, en définitive, un genre nouveau. Je l'appellerai *Hylæobatrachus* et, suivant les instructions reçues de la Direction du Musée, j'associerai à ce nom, comme désignation spécifique, celui de M. le prince de Croÿ, administrateur du Charbonnage de Bernissart. Voici la diagnose de notre Amphibien :

Hylæobatrachus Croyii, Dollo.

Crâne allongé, très étroit antérieurement. Arcs palatin et maxil-

(1) A. Gaudry, *Fossiles primaires*, p. 276, fig. 277.

(2) E. D. Cope, *Batrachia of the Permian Period*, etc., p. 98, fig. 7.

(3) H. Credner, *Die Stegocephalen*, etc., I. Theil, p. 298 (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., 1881).

(4) J. W. Dawson, *On the results of recent explorations of erect trees containing animal remains in the Coal-formation of Nova-Scotia* (Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1882, p. 634, pl. XXXIX, fig. 27; pl. XL, fig. 45-51, 54, 59; pl. XLII, fig. 89, 95, 109; pl. XLV, fig. 140).

(5) T. H. Huxley, *A Manual*, etc., pp. 173 et 174.

(6) Il n'y a pas le moindre doute que notre Amphibien est adulte, car les arcs branchiaux sont parfaitement ossifiés (T. H. Huxley, *A Manual*, etc., pp. 173 et 178).

(7) G. A. Boulenger, *Caudata and Apoda*, pp. 86 et 87.

(8) G. A. Boulenger, *Caudata and Apoda*, p. 2.

(9) G. A. Boulenger, *Caudata and Apoda*, p. 83.

(10) G. A. Boulenger, *Caudata and Apoda*, p. 83.

laire présents (1). Dentition encore imparfaitement connue. Restes de trois arcs branchiaux ossifiés. Membres antérieurs plus courts que les postérieurs. Doigts au nombre de quatre. Orteils au nombre de cinq. Au moins quinze vertèbres caudales. Côtes extrêmement courtes, mais distinctes.

Gisement : Wealdien.

Localité : Bernissart (village situé entre Mons et Tournai près de la frontière française).

Restes connus : un individu entier conservé dans les collections du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

III.

Quelle est, maintenant, la position qu'il convient d'accorder à l'*Hylæobatrachus Croyii* dans le système ?

On peut chercher ses relations de deux côtés différents : d'une part avec les êtres qui l'ont précédé dans les temps géologiques ; d'autre part, avec ceux qui l'ont suivi.

A l'égard de ceux-ci, nous avons vu que l'*Hylæobatrachus Croyii* venait se ranger dans l'ordre des Urodèles.

Faut-il le considérer comme un véritable *Protéide* ou comme la souche des *Salamandrides?* C'est un point qu'il n'est pas aisé de décider en présence des matériaux restreints dont nous disposons. M. le Prof. Wiedersheim, à qui j'ai eu le plaisir de montrer nos fossiles, penche plutôt vers la dernière hypothèse. Je dois avouer que la présence de l'arc maxillaire lui donne quelque appui quoique cet arc ait pu devenir ligamenteux depuis la formation wealdienne. D'autre part, la présence des arcs branchiaux, loin d'être un obstacle, est très favorable à cette théorie, car il est impossible de douter que les Caducibranches furent jadis Pérennibranches.

Quant aux Amphibiens, qui ont vécu antérieurement à l'époque crétacée, nous croyons que c'est dans la direction du genre *Branchiosaurus,* parmi les Stégocéphales, qu'il convient de chercher

(1) On pourrait me reprocher de n'avoir point utilisé immédiatement le second de ces caractères pour différencier l'*Hylæobatrachus* des *Proteidæ* et des *Sirenidæ*. Cependant, comme le nombre des orteils est mieux exprimé et plus facile à vérifier, de même que la présence des membres postérieurs, j'ai préféré sacrifier ici l'importance taxonomique à la netteté, pour éviter toute discussion sur l'identification du Batracien de Bernissart.

les affinités de l'*Hylœobatrachus*. En effet, le *Branchiosaurus* possède comme lui :

1° Un squelette bien ossifié (1) ;

2° Des côtes droites et courtes sur presque toutes les vertèbres (1) ;

3° Des arcs branchiaux persistants et ossifiés (1) ;

4° Des membres antérieurs plus courts que les postérieurs (2) ;

5° Cinq orteils et quatre doigts (3) ;

6° Les parasphénoïde, palatins et ptérygoïdiens édentés.

Les divergences sont que, chez le *Branchiosaurus* :

1° La tête n'est pas étroite et pointue, mais large et arrondie en avant ;

2° Il ne reste que deux arcs branchiaux au lieu de trois ;

3° Le système de plaques claviculaires et interclaviculaire (4) existe encore, bien qu'il soit réduit à la plaque interclaviculaire (5) ;

4° Il y a encore également une armure ventrale, qui est, cependant, très atténuée chez certaines espèces, car, quoiqu'elle soit extrêmement nette chez les *B. salamandroïdes* et *B. amblystomus*, on ne l'a jamais vue chez les *B. umbrosus* et *B. gracilis* (6).

(1) H. Credner, *Die Stegocephalen*, etc., I. Theil, p. 303.

(2) H. Credner, *Die Stegocephalen*, etc., I. Theil, p. 327.

(3) H. Credner, *Die Stegocephalen*, etc., II. Theil, p. 596. Le nombre 4, pour les doigts du *Branchiosaurus*, n'est pas bien certain.

(4) T. H. Huxley, *A Manual*, etc., p. 173.

(5) H. Credner, *Die Stegocephalen*, etc., I. Theil, p. 303.

(6) H. Credner, *Die Stegocephalen*, etc., p. 600.

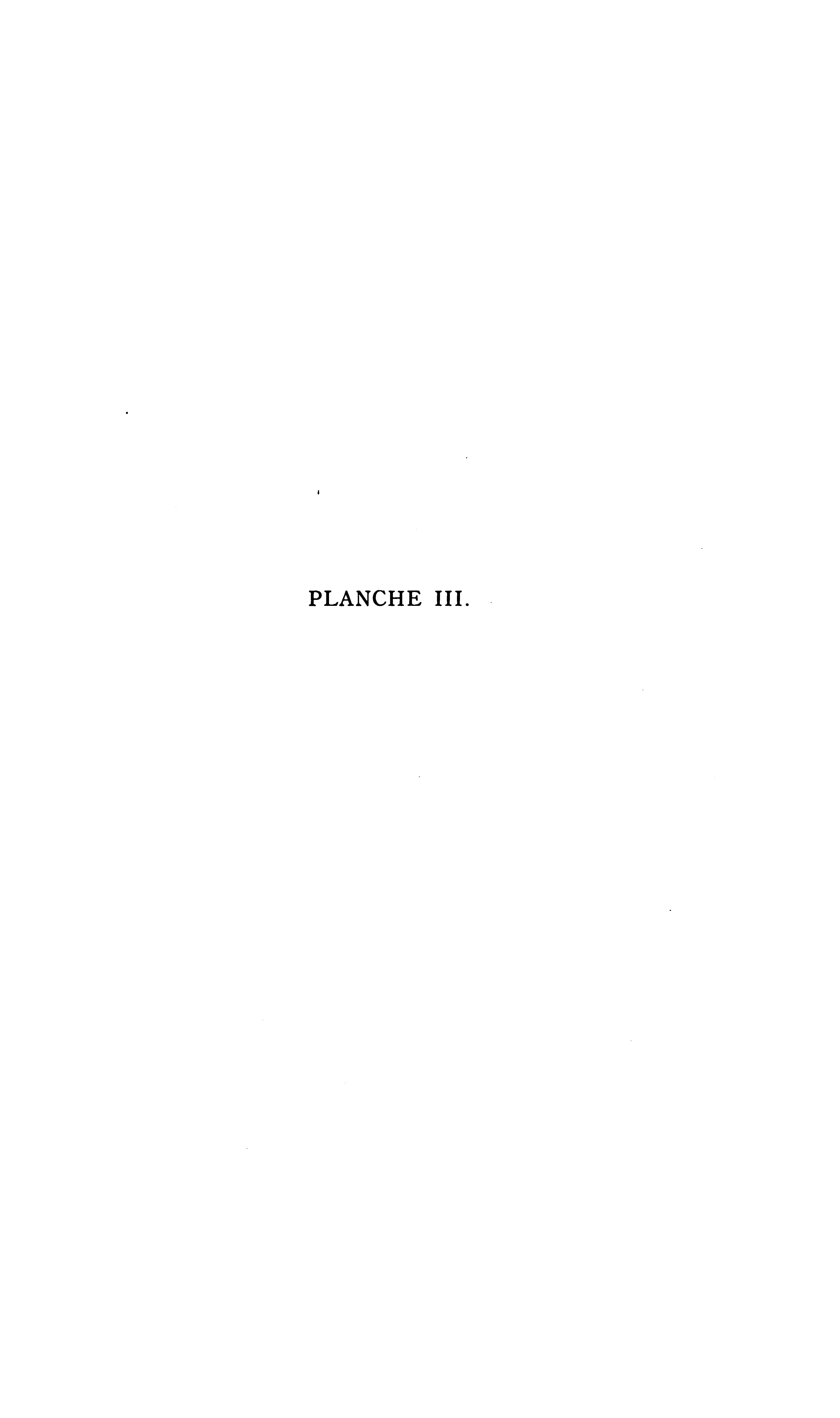


PLANCHE III.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Hylæobatrachus Croyii, Dollo.

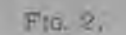
Échelle : $^2/_1$.

Fig. 1. — **Vue ventrale de l'animal.**

Fig. 2. — **Contre-empreinte du même.**

Fig. 1.







Clichés photographiques de M. A. Rutot.

HYLÆOBATRACHUS CROYII, Dollo.

Échelle: 1/1.

DOLLO. — NOTE SUR LE BATRACIEN DE BERNISSART.

ANALYSES CHIMIQUES D'EAUX DE PUITS ARTÉSIENS;

PAR

C. KLEMENT,

Chimiste du Musée royal d'histoire naturelle.

Ces analyses ont été faites sur les instructions de la Direction du Musée pour être insérées dans la notice explicative de la feuille de Bruxelles que M. le Conservateur Rutot était chargé d'exécuter.

On comprend que les résultats de ces recherches ont non seulement de l'intérêt, si on les envisage au point de vue de l'hygiène et de l'industrie, mais la connaissance de la nature et de la quantité des principaux sels que ces eaux tiennent en solution peut fournir aussi des renseignements exacts sur la composition chimique des niveaux géologiques d'où proviennent ces eaux.

Les méthodes suivies dans ce travail sont celles généralement employées pour les analyses d'eaux douces; les chiffres qui expriment les données directes des analyses permettront de suivre la marche adoptée. J'indique en passant que les substances organiques ont été dosées en les oxydant par le permanganate de potasse en solution acide. Pour la recherche de l'ammoniaque, je me suis servi du réactif de Nessler, mais le résultat fut toujours négatif. Pour le dosage de la quantité totale d'acide carbonique, l'eau a été recueillie au puits même dans une solution ammoniacale de chaux préparée d'après les indications de Bunsen (1); la détermination en a été faite à l'aide de l'appareil de Ludwig. Vu les quantités minimes d'acide nitrique dans toutes les eaux analysées, je me suis borné à le doser d'après le procédé de Marx avec les modifications indiquées par Fresenius (2).

Pour contrôler les analyses, une certaine quantité d'eau a été

(1) R. Bunsen, *Anleitung zur Analyse der Aschen- und Mineralwässer*, p. 62. Heidelberg, 1874.

(2) Fresenius, *Traité d'analyse chimique quantitative*, 4e édit. franç., pp. 705-708.

évaporée dans un creuset en platine avec excès d'acide sulfurique. Le résidu a été chauffé jusqu'à ce que le poids demeurât constant. On sait que dans ce cas le résidu, traité par l'eau chaude, donne une solution neutre. Le poids de ces sulfates, pesés directement, a été comparé avec la quantité de sulfates calculée d'après les déterminations spéciales. Cette comparaison est exprimée dans le tableau sous la désignation « sulfates de contrôle trouvés » et « sulfates de contrôle calculés ».

Toutes les quantités d'eau employées pour les analyses ont été mesurées à une température à peu près constante entre 13° et 15° C. Cette opération a été faite dans une cave, dont la température ne variait qu'entre les limites indiquées et dans laquelle on a conservé l'eau recueillie pour l'analyse.

I. — *Eau du puits artésien de l'hôpital Saint-Pierre. Rue Haute, à Bruxelles.*

D'après les renseignements que je dois à l'obligeance de M. Rutot, ce puits, foré au fond d'un puits en maçonnerie, a une profondeur totale de $94^m,5$. L'eau sort à la surface du silurien sous $9^m,5$ de craie et s'élève dans le puits jusqu'à 24 mètres au-dessous du sol. On a renoncé à se servir de cette eau depuis que les eaux de la ville ont été amenées à l'hôpital. L'ouverture du puits se trouve près de la machine à vapeur de l'établissement; elle est fermée par une plaque en fer.

L'eau a été puisée pour l'analyse, le 7 mars 1883, dans un vase que l'on a descendu à l'aide d'une corde. Sa température, mesurée au thermomètre de Geissler, fut trouvée de 15,2° C. L'eau, neutre aux papiers réactifs, était légèrement trouble et déposa, après quelque temps, un faible résidu qui, examiné au microscope, consistait en grains de quartz, en une matière amorphe indéterminable (argile?) et en particules organiques. La nature de ce résidu semble indiquer que ces impuretés ont, du moins en partie, une origine externe, ce que l'on comprend aisément, si l'on tient compte du fait que ce puits se trouve tout près d'une machine à vapeur et qu'il était inévitable en puisant l'eau de toucher aux parois du puits et aux barreaux qui fixent l'ancien conduit.

L'analyse chimique produisit les résultats suivants :

1 litre d'eau donna 0,0760 gr. et 0,0744 gr. de chaux et 0,0298 gr. et 0,0304 gr. de pyrophosphate de magnésie.

2 litres d'eau donnèrent 0,1907 gr. et 0,1959 gr. de chlorures de sodium et de potassium et 0,2200 gr. et 0,2316 gr. de chloroplatinate de potassium.

2 litres d'eau donnèrent 0,1320 gr. et 0,1047 gr. de chlorure d'argent et 0,0040 gr. et 0,0260 gr. d'argent métallique.

1 litre d'eau donna 0,0510 gr. et 0,0530 gr. de sulfate de baryte.

5 litres d'eau donnèrent 0,1620 gr. de silice et 0,0025 gr. de peroxyde de fer et d'alumine.

1 litre d'eau donna 0,1755 gr. et 0,1735 gr. d'acide carbonique.

Pour 20 c. c. de liquide provenant de la concentration de 200 c. c. d'eau on employa 0,8 c. c. de solution d'indigo (1 c. c. = 0,0001176 gr. N_2O_5).

Pour 100 c. c. d'eau on employa 2,4 c. c. et 2,6 c. c. de solution de permanganate de potasse (1 c. c. = 0,001797 gr. de substances organiques).

1 litre d'eau évaporée avec l'acide sulfurique donna 0,3590 gr. de sulfates.

II. — *Eau du puits artésien de la Grande Distillerie belge. Rue de Russie, à Saint-Gilles.*

La profondeur totale de ce puits est de 65^m,62. L'eau sort à la surface du silurien sous le landenien. On la pompe à l'aide d'une machine à vapeur qui fournit 3,300 litres par heure.

Lorsque, le 4 mai 1883, on voulut puiser l'eau pour l'analyse, un accident dans la conduite supérieure interrompait le débit régulier. Il fallut ouvrir la conduite dans la cave pour pouvoir recueillir cette eau, ce qui a été fait après l'avoir laissé s'écouler pendant quelque temps. La température fut trouvée de 11,8° C. L'eau, neutre aux papiers réactifs, était légèrement trouble et déposa bientôt un résidu jaune-rougeâtre faisant effervescence avec l'acide chlorhydrique; dans ce dépôt on remarqua au microscope, au milieu d'une matière amorphe indéterminable et colorée par le fer (argile?), de petits cristaux de carbonate de chaux. Il est cependant peu probable que ces cristaux se trouvaient primitivement dans l'eau, ils semblent plutôt s'être formés par dégagement d'acide carbonique. Ils se sont probablement déposés dans la conduite et ont été entraînés ensuite par le courant. Leur présence peut avoir déterminé une évaluation trop élevée de l'acide carbonique. Si l'on tient compte de ce fait, il est possible que la quantité de carbonate

de chaux indiquée par l'analyse soit trop faible, car il se peut qu'une partie de ce corps se soit déjà déposée pendant le séjour dans le puits de l'eau analysée.

L'analyse chimique produisit les résultats suivants :

1 litre d'eau donna 0,0203 gr. et 0,0197 gr. de silice, 0,1076 gr. et 0,1054 gr. de chaux et 0,0981 gr. et 0,0974 gr. de pyrophosphate de magnésie.

1 litre d'eau donna 0,0504 gr. et 0,0508 gr. de chlorures de sodium et de potassium et 0,0828 gr. et 0,0838 gr. de chloroplatinate de potassium.

1 litre d'eau donna 0,0328 gr. et 0,0336 gr. de chlorure d'argent et 0,0022 gr. et 0,0018 gr. d'argent métallique.

2 litres d'eau donnèrent 0,0438 gr. et 0,0455 gr. de sulfate de baryte.

1,5 litre d'eau donna 0,4280 gr. et 0,4242 gr. d'acide carbonique.

Pour 20 c. c. de liquide provenant de la concentration de 200 c. c. d'eau on employa 0,9 c. c. de solution d'indigo (1 c. c. = 0,0001176 gr. N_2O_5).

Pour 100 c. c. d'eau on employa 0,8 c. c. et 0,9 c. c. de solution de permanganate de potasse (1 c. c. = 0,002106 gr. de substances organiques).

500 c. c. d'eau évaporée avec l'acide sulfurique donnèrent 0,2195 gr. de sulfates.

III. — *Eau du puits artésien de la Manufacture royale de bougies. Cureghem.*

La profondeur totale de ce puits est de 73 mètres. L'eau sort du silurien sous $8^m,35$ de craie ; elle est amenée à la surface par une machine à vapeur qui fournit 20,000 litres par heure. L'eau a été prise pour l'analyse le 29 juin au robinet qui se trouve dans la cour de l'établissement. Elle était tout à fait claire et neutre aux papiers réactifs. Sa température était de 12,5° C.

L'analyse chimique produisit les résultats suivants :

1 litre d'eau donna 0,0256 gr. et 0,0258 gr. de silice, 0,0592 gr. et 0,0598 gr. de chaux et 0,0766 gr. et 0,0765 gr. de pyrophosphate de magnésie.

1 litre d'eau donna 0,5080 gr. et 0,5052 gr. de chlorures de sodium et de potassium et 0,1458 gr. de chloroplatinate de potassium (1).

(1) La première détermination de la potasse n'a pas réussi à cause d'un accident.

1 litre d'eau donna 1,2640 gr. et 1,2620 gr. de chlorure d'argent et 0,0038 gr. et 0,0036 gr. d'argent métallique.

1 litre d'eau donna 0,0480 gr. et 0,0500 gr. de sulfate de baryte.

1,5 litre d'eau donna 0,2232 gr. et 0,2176 gr. d'acide carbonique.

Pour 20 c. c. de liquide provenant de la concentration de 200 c. c. d'eau on employa 1,8 c. c. de solution d'indigo (1 c. c. = 0,0001176 gr. N_2O_5).

Pour 100 c. c. d'eau on employa 1,05 c. c. et 0,95 c. c. de solution de permanganate de potasse (1 c. c. = 0,001732 gr. de substances organiques).

250 c. c. d'eau évaporée avec l'acide sulfurique donnèrent 0,2201 gr. de sulfates.

Après l'évaporation d'environ 10 litres d'eau, on a pu constater qualitativement la présence du brome à l'aide du chloroforme et de l'eau de chlore.

IV. — *Eau du puits artésien de la fonderie Godin. Laeken.*

La profondeur totale de ce puits, récemment foré, est de 106^m,9. L'eau, qui sort de la craie, a un débit d'environ 3,400 litres à l'heure. Elle a été puisée pour l'analyse le 30 juillet 1883; sa température était de 12,5° C. Vue en masse, elle avait un aspect opalin et déposait peu à peu une petite quantité de résidu grisâtre dans lequel on observa au microscope une matière amorphe de nature indéterminable se rapportant peut-être à l'argile.

L'analyse chimique produisit les résultats suivants :

1 litre d'eau donna 0,0302 gr. et 0,0297 gr. de silice, 0,0608 gr. et 0,0606 gr. de chaux et 0,0786 gr. et 0,0782 gr. de pyrophosphate de magnésie.

1 litre d'eau donna 0,1537 gr. et 0,1517 gr. de chlorures de sodium et de potassium et 0,1347 gr. et 0,1325 gr. de chloroplatinate de potassium.

1 litre d'eau donna 0,1514 gr. et 0,1505 gr. de chlorure d'argent et 0,0012 gr. et 0,0031 gr. d'argent métallique.

2 litres d'eau donnèrent 0,0687 gr. et 0,0683 gr. de sulfate de baryte.

1,5 litre d'eau donna 0,3190 gr. et 0,3172 gr. d'acide carbonique.

Pour 20 c. c. de liquide provenant de la concentration de 200 c. c.

d'eau on employa 1,9 c. c. de solution d'indigo (1 c. c. = 0,0001176 gr. N_2O_5).

Pour 100 c. c. d'eau on employa 0,9 c. c. et 0,7 c. c. de solution de permanganate de potasse (1 c. c. = 0,00223 gr. de substances organiques).

250 c. c. d'eau évaporée avec l'acide sulfurique donnèrent 0,1122 gr. de sulfates.

V. — *Eau du puits artésien des Bains Saint-Sauveur. Marché aux Herbes Potagères, à Bruxelles.*

La profondeur totale de ce puits était d'abord de 66 mètres, mais depuis l'époque de son creusement il a été approfondi à environ 75 mètres. L'eau qui sort très probablement de la craie est amenée à la surface par une machine à vapeur. Elle a été recueillie pour l'analyse le 3 janvier 1884; pour cela on a ouvert la conduite au rez-de-chaussée de l'établissement. L'eau qui sortait de cette ouverture était tout à fait claire, neutre aux papiers réactifs et avait une température de 12,8° C., tandis que dans la cour, au réservoir où elle s'écoule, elle n'avait que 11° C. et la température de l'air était de 8,5° C.

L'analyse chimique produisit les résultats suivants :

1 litre d'eau donna 0,0320 gr. de silice, 0,1014 gr. de chaux et 0,1290 gr. de pyrophosphate de magnésie.

1 litre d'eau donna 0,1077 gr. de chlorures de sodium et de potassium et 0,1270 gr. de chloroplatinate de potassium.

2 litres d'eau donnèrent 0,0862 gr. de chlorure d'argent et 0,0088 gr. d'argent métallique.

2 litres d'eau donnèrent 0,0466 gr. de sulfate de baryte.

1 litre d'eau donna 0,3262 gr. d'acide carbonique.

Pour 20 c. c. de liquide provenant de la concentration de 200 c. c. d'eau on employa 2,5 c. c. de solution d'indigo (1 c. c. = 0,000076 gr. N_2O_5).

Pour 100 c. c. d'eau on employa 0,7 c. c. et 0,65 c. c. de solution de permanganate de potasse (1 c. c. = 0,002 gr. de substances organiques).

250 c. c. d'eau évaporée avec l'acide sulfurique donnèrent 0,1355 gr. de sulfates.

VI. — *Eau du puits artésien de la brasserie De Boeck. Koekelberg.*

La profondeur totale de ce puits est de 115^m,5. L'eau qui sort du silurien est amenée à la surface par une machine à vapeur; le débit est de 3,000 litres par heure. L'eau a été puisée pour l'analyse le 18 janvier 1884 au réservoir de l'établissement. Elle était claire et neutre aux papiers réactifs et avait une température de 12,0° C.

L'analyse chimique a produit les résultats suivants :

1 litre d'eau donna 0,0302 gr. de silice, 0,0380 gr. de chaux et 0,0478 gr. de pyrophosphate de magnésie.

500 c. c. d'eau donnèrent 0,1557 gr. de chlorures de sodium et de potassium et 0,0673 gr. de chloroplatinate de potassium.

500 c. c. d'eau donnèrent 0,2538 gr. de chlorure d'argent et 0,0045 gr. d'argent métallique.

2 litres d'eau donnèrent 0,0822 gr. de sulfate de baryte.

1 litre d'eau donna 0,1550 gr. d'acide carbonique.

Pour 20 c. c. de liquide provenant de la concentration de 200 c. c. d'eau on employa 2,3 c. c. de solution d'indigo (1 c. c. = 0,000067 gr. N_2O_5).

Pour 100 c. c. d'eau on employa 0,8 c. c. de solution de permanganate de potasse (1 c. c. = 0,002 gr. de substances organiques).

250 c. c. d'eau évaporée avec l'acide sulfurique donnèrent 0,1372 gr. de sulfates.

Après l'évaporation d'environ 10 litres d'eau, on a pu constater qualitativement la présence du brome à l'aide du chloroforme et de l'eau de chlore.

VII. — *Eau du puits artésien de la Brasserie Bavaro-Belge. Anderlecht.*

La profondeur totale de ce puits est de 95 mètres. L'eau qui sort du silurien est élevée au moyen d'une pompe à vapeur qui peut fournir 20,000 litres par heure. L'eau puisée pour l'analyse, le 18 janvier 1884, était neutre aux papiers réactifs et sa température était de 12,2° C. Vue en masse, elle montrait un aspect légèrement opalin et déposait peu à peu une faible quantité de résidu grisâtre, dans lequel on remarqua au microscope une matière amorphe d'une nature indéterminable, se rapprochant peut-être de l'argile.

L'analyse chimique produisit les résultats suivants :

1 litre d'eau donna 0,0258 gr. de silice, 0,0559 gr. de chaux et 0,0650 gr. de pyrophosphate de magnésie.

500 c. c. d'eau donnèrent 0,2492 gr. de chlorures de sodium et de potassium et 0,0682 gr. de chloroplatinate de potassium.

500 c. c. donnèrent 0,5394 gr. de chlorure d'argent et 0,0074 gr. d'argent métallique.

2 litres d'eau donnèrent 0,1002 gr. de sulfate de baryte.

1 litre d'eau donna 0,1555 gr. d'acide carbonique.

Pour 20 c. c. de liquide provenant de la concentration de 200 c. c. d'eau on employa 1,25 c. c. de solution d'indigo (1 c. c. = 0,000067 gr. N_2O_5).

Pour 100 c. c. d'eau on employa 1,2 c. c. et 1,25 c. c. de solution de permanganate de potasse (1 c. c. = 0,002 gr. de substances organiques).

250 c. c. d'eau évaporée avec l'acide sulfurique donnèrent 0,2062 gr. de sulfates.

Après l'évaporation d'environ 10 litres d'eau, on a pu constater qualitativement la présence du brome à l'aide du chloroforme et de l'eau de chlore.

VIII. — *Eau du puits artésien de l'Amidonnerie de Machelen.*

La profondeur totale de ce puits est de 82 mètres. L'eau qui sort du landenien découle continuellement, débitant environ 7,500 litres par heure. L'eau puisée pour l'analyse, le 9 février 1884, était claire, neutre aux papiers réactifs et avait une température de 12,5° C.

L'analyse chimique produisit les résultats suivants :

1 litre d'eau donna 0,0302 gr. de silice, 0,0725 gr. de chaux et 0,0907 gr. de pyrophosphate de magnésie.

1 litre d'eau donna 0,1360 gr. de chlorures de sodium et de potassium et 0,1490 gr. de chloroplatinate de potassium.

2 litres d'eau donnèrent 0,1302 gr. de chlorure d'argent et 0,0070 gr. d'argent métallique.

2 litres d'eau donnèrent 0,0704 gr. de sulfate de baryte.

1 litre donna 0,2545 gr. d'acide carbonique.

Pour 20 c. c. de liquide provenant de la concentration de 200 c. c. d'eau, quelques gouttes de solution d'indigo suffirent pour décomposer l'acide nitrique, dont la présence avait été constatée par la brucine et l'acide sulfurique.

Pour 100 c. c. d'eau on employa 0,6 c. c. et 0,55 c. c. de permanganate de potasse (1 c. c. = 0,002 gr. de substances organiques).

250 c. c. d'eau évaporée avec l'acide sulfurique donnèrent 0,1157 gr. de sulfates.

Le tableau suivant donne l'ensemble des quantités d'acides et de bases calculées d'après les données directes des analyses pour 1,000 c. c. d'eau.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Acide carbonique. .	0,1745	0,2841	0,1470	0,2121	0,3262	0,1550	0,1555	0,2545
Acide sulfurique . .	0,0179	0,0077	0,0168	0,0118	0,0080	0,0121	0,0172	0,0121
Acide nitrique . . .	0,0005	0,0005	0,0011	0,0011	0,0008	0,0008	0,0004	traces
Chlore	0,0171	0,0089	0,3135	0,0380	0,0121	0,1284	0,2717	0,0173
Brome (1)	—	—	traces	—	—	traces	traces	—
Soude.	0,0329	0,0133	0,2451	0,0593	0,0365	0,1443	0,2422	0,0479
Potasse.	0,0219	0,0162	0,0283	0,0259	0,0246	0,0261	0,0265	0,0289
Magnésie.	0,0109	0,0352	0,0276	0,0282	0,0465	0,0172	0,0234	0,0327
Chaux	0,0752	0,1065	0,0595	0,0607	0,1014	0,0380	0,0559	0.0725
Alumine et fer . . .	0,0005	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces
Silice	0,0324	0,0200	0,0257	0,0300	0,0320	0,0302	0,0258	0,0302
Substances organiques.	0,0449	0,0179	0,0173	0,0178	0,0135	0,0160	0,0245	0,0115
Sulfates de contrôle trouvés.	0,3590	0,4390	0,8804	0,4488	0,5420	0,5488	0,8248	0,4628
Sulfates de contrôle calculés.	0,3638	0,4445	0,8667	0,4458	0,5467	0,5506	0,8355	0,4675

(1) Il me semble que dans toutes ces eaux il y a des quantités très faibles de brome, mais seulement dans les trois cas indiqués la réaction était bien accusée, tandis que dans les autres la coloration du chloroforme était si indécise qu'il m'est impossible de me prononcer d'une manière absolue. Il faudrait opérer sur des quantités d'eau plus grandes pour trancher cette question.

Afin de combiner, pour en former des sels, les bases et les acides trouvés dans chacune de ces eaux, j'ai suivi les principes généralement appliqués et qui ont été en particulier développés par Bunsen dans le mémoire précité (1). Ce savant combine les acides avec les bases, en supposant la présence des sels qui se précipiteraient l'un après l'autre, d'après le degré de solubilité, pendant la concentration de leur solution par évaporation spontanée à une certaine température (Bunsen fixe 15° C.), c'est-à-dire qu'il calcule toujours en premier lieu le sel le moins soluble dont la formation est possible étant donnés les bases et les acides en présence.

En faisant ce calcul on trouve pour toutes les eaux analysées, sauf celle du n° III, que la quantité des alcalis suffit non seulement pour saturer l'acide nitrique, l'acide sulfurique et le chlore, mais qu'il en reste encore une certaine quantité qui doit être combinée à l'acide carbonique. Dans l'eau III la quantité d'alcalis est insuffisante pour les acides nitrique, sulfurique et chlorhydrique; ceux-ci doivent donc être combinés en partie à la chaux et à la magnésie, tandis que dans le premier cas ces deux bases se trouvent exclusivement à l'état de carbonates, insolubles par eux-mêmes et dissous seulement par l'acide carbonique. L'expérience confirme tout à fait cette manière de voir : après avoir fait bouillir ces eaux pendant quelque temps pour chasser l'excès d'acide carbonique, leur réaction devient alcaline, toute la chaux et toute la magnésie sont précipitées, tandis qu'au contraire l'eau III, après l'ébullition, contient encore une partie de ces deux bases combinée à l'acide sulfurique et au chlore.

Pour l'eau III on a fait le calcul des sels en combinant d'abord l'acide sulfurique à la chaux et l'acide nitrique à la potasse; le potassium qui reste et tout le sodium sont combinés au chlore, dont l'excès est saturé par le magnésium; l'excès de chaux et de magnésie est calculé comme carbonates neutres. Pour toutes les autres eaux l'acide nitrique et l'acide sulfurique sont combinés à la potasse, le chlore est saturé par l'excès du potassium et par une partie du sodium; l'excès de la soude enfin, la chaux et la magnésie sont calculés comme carbonates neutres. La quantité d'acide carbonique nécessaire pour la formation des bicarbonates est indiquée dans le tableau suivant comme « à demi combiné » et le reste de cet acide y est renseigné sous la rubrique « libre ».

Ce tableau donne les résultats du calcul en grammes et par litre pour les huit eaux analysées. Nous ferons remarquer toutefois que

(1) R. Bunsen, *loc. cit.*, pp. 47-53.

ces chiffres peuvent présenter quelque chose d'arbitraire et que, suivant la manière dont se fait le calcul, on pourrait, avec les mêmes données directes des analyses, arriver à des résultats quelque peu différents.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Carbonate de chaux.	0,1343	0,1902	0,0852	0,1084	0,1811	0,0679	0,0998	0,1295
Carbonate de magnésie.	0,0228	0,0740	0,0425	0,0593	0,0976	0,0362	0,0492	0,0686
Carbonate de soude.	0,0313	0,0170	—	0,0569	0,0606	0,0653	0,0140	0,0726
Nitrate de potasse.	0,0009	0,0010	0,0020	0,0021	0,0016	0,0014	0,0008	traces
Sulfate de potasse.	0,0388	0,0167	—	0,0256	0,0174	0,0263	0,0374	0,0263
Sulfate de chaux . .	—	—	0,0286	—	—	—	—	—
Chlorure de magnésium.	—	—	0,0174	—	—	—	—	—
Chlorure de sodium.	0,0276	0,0063	0 4618	0,0490	0,0020	0,1980	0,4409	0,0102
Chlorure de potassium.	0,0008	0,0106	0,0433	0,0175	0,0230	0,0177	0,0093	0,0233
Silice.	0,0324	0,0200	0,0257	0,0300	0,0320	0,0302	0,0258	0,0302
Résidu salin (calculé).	0,2894	0,3358	0,7065	0,3488	0,4153	0,4430	0,6772	0,3607
Substances organiques.	0,0449	0,0179	0,0173	0,0178	0,0135	0,0160	0,0245	0,0115
Acide carbonique à demi combiné.	0,0840	0,1295	0,0598	0,1024	0,1559	0,0759	0,0755	0,1231
Acide carbonique libre.	0,0065	0,0250	0,0274	0,0074	0,0143	0,0032	0,0045	0,0084
Dureté temporaire (calculée).	16,14°	27,83°	13,57°	17,90°	29,73°	11,10°	15,84°	21,12°
Dureté permanente (calculée).	—	—	3,95°	—	—	—	—	—
Température	15,2°	11,8°	12,5°	12,5°	12,8°	12,0°	12,2°	12,5°

A l'aide de ce tableau on peut voir que la quantité des sels dissous dans les eaux analysées varie sensiblement de l'une à l'autre. Mais ce qui frappe tout particulièrement, ce sont les quantités extrêmement variables des chlorures que ces eaux contiennent. On peut à cet égard en distinguer deux catégories différentes : les unes, relativement peu salées (I, II, IV, V et VIII), et les autres, généralement moins dures que les premières, mais contenant des quantités de chlorures très considérables (III, VI et VII). Pour fixer les idées relativement à ces quantités, il suffit de faire remarquer que les eaux analysées sous les nos III, VI et VII amènent, d'après leur débit ordinaire, pendant dix heures 186k,5 de chlorure de sodium.

L'examen du tableau nous montre en outre pour les mêmes eaux (III, VI et VII) que plus le chlorure de sodium augmente, plus le carbonate de soude diminue, au point que dans l'eau III on ne peut plus constater la présence de ce dernier corps, mais nous le trouvons remplacé par une petite quantité de chlorure de magnésium. Ce fait, s'il était confirmé par un nombre plus considérable d'analyses, indiquerait qu'à côté du chlorure de sodium se trouve toujours une certaine quantité de chlorure de magnésium. Si les analyses n'en indiquent pas la présence, c'est que le chlorure de magnésium est décomposé dès qu'il rencontre du carbonate de soude, ces deux sels donnant par double décomposition du chlorure de sodium et du carbonate de magnésie. On comprend donc que le chiffre du chlorure de magnésium n'indique pas la quantité totale de ce sel absorbée par l'eau en même temps que le chlorure de sodium, mais il en exprime seulement l'excès après la décomposition du carbonate de soude que l'eau renfermait avant cette réaction.

Si nous nous rappelons enfin que ces trois eaux renferment de faibles quantités de bromures, nous sommes naturellement amenés à voir dans ces faits des indices que la présence de ces chlorures pourrait être considérée comme provenant du lessivage d'un dépôt marin.

Le tableau précédent montre en outre que la température de toutes les eaux analysées est à peu près constante à 12° C.; l'eau I fait exception. Pour expliquer ce fait, on doit tenir compte que cette dernière n'a pas d'écoulement (eau dormante) et qu'elle pourrait avoir subi déjà une variation quant à la température. Peut-être même que, par son séjour dans le puits, l'acide carbonique se dégageant, la teneur en carbonates alcalino-terreux aura été modifiée.

DESCRIPTION

D'UN

ÉCHIDNÉ ET D'UN PERROQUET INÉDITS

DE LA NOUVELLE-GUINÉE;

PAR

M. ALPH. DUBOIS,

Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique.

Il y a quelques mois, M. C. W. R. van Renesse van Duivenbode envoya à notre Musée, à titre de don, une magnifique collection de mammifères et d'oiseaux de la Nouvelle-Guinée. En étudiant ces animaux, j'eus la satisfaction de trouver parmi eux deux espèces encore inédites, savoir : un Échidné voisin de l'*Acanthoglossus Bruynii* (1) et un Perroquet du groupe des *Domicella* et du genre *Chalcopsittacus*.

Avant de décrire ce nouvel Échidné, je crois devoir rappeler que le nom d'*Acanthoglossus* ne peut être maintenu pour les Monotrèmes à trois doigts. M. Kraatz a proposé ce terme en 1859 pour un genre d'insectes et ce n'est qu'en 1877 (2) que M. P. Gervais l'adopta pour l'Échidné découvert par M. A. Bruyn. « La ressemblance qui existe entre ce mot, dit quelque temps après M. Gervais, et celui d'*Acanthoglossa*, proposé il y a quelques années pour un genre de Coléoptères, ne me paraît pas devoir faire obstacle à son emploi. Il serait d'ailleurs facile de le remplacer si cette manière de voir ne devait pas prévaloir; le nom de *Proechidna* ou tout autre pourrait alors lui être substitué (3). »

Le nom générique de *Proechidna* a donc la priorité sur celui de *Bruynia* que je proposais dans ma notice de 1881 (4), alors que le dernier ouvrage de M. Gervais m'était encore inconnu.

(1) La véritable orthographe est *Bruynii* et non *Bruijnii*, comme on l'écrit généralement.

(2) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. LXXXV, pp. 837 et 990.

(3) GERVAIS, *Ostéographie des Monotrèmes*, p. 43.

(4) *Bulletin de la Société zoologique de France*, t. VI, 1881, p. 266, pl. IX et X.

Passons maintenant à la description de la seconde espèce du genre, que je propose d'appeler :

PROECHIDNA VILLOSISSIMA.

Cet animal se distingue principalement de son congénère par l'épaisse fourrure dont son corps est revêtu et qui cache complètement les épines. Cette fourrure a jusqu'à 21 millimètres d'épaisseur. L'animal étant encore jeune, j'ai pensé un instant que cette différence dans le poil n'était qu'une question d'âge; mais M. van Duivenbode m'écrit qu'il possède de l'*A. Bruynii* un spécimen de même taille que celui qu'il vient d'envoyer au Musée, et qui offre déjà tous les caractères de l'adulte. L'aspect général est d'ailleurs si différent dans les deux espèces que leur rapprochement me semble impossible; du reste, si l'on tient compte du mode de développement des Monotrèmes, on doit reconnaître que notre animal a un âge déjà trop avancé pour ne pas avoir tous les attributs de l'adulte.

Afin de mieux attirer l'attention sur les caractères distinctifs de cet animal, je donne ci-dessous la description des deux espèces d'après les spécimens du Musée de Bruxelles.

Proechidna villosissima, sp. nov.

Longueur totale (rostre compris), $0^{m},39$

Rostre seul . . . . . . $0^{m},061$

Rostre presque droit, nu, d'un brun pourpré.

Pelage très fourni, laineux, d'un brun cendré uniforme.

Piquants blancs, en forme d'aiguilles, entièrement cachés dans le poil : c'est à peine si quelques-uns de ces piquants se montrent à l'extérieur sur les côtés du cou et près de la région caudale; la longueur des plus grands ne dépasse pas 19 millimètres.

Pieds garnis de poils raides et noirâtres, mélangés à d'autres de couleur jaunâtre.

Ongles jaunâtres.

Talon armé d'un éperon blanchâtre (mâle).

Seize paires de côtes.

Proechidna Bruynii.

Longueur totale (rostre compris), $0^{m},62$

Rostre seul. . . . . . . $0^{m},10$

Rostre légèrement arqué, nu, d'un brun pourpré.

Pelage peu fourni, raide, d'un brun noirâtre, roussâtre sur le devant de la tête.

Côtés du cou, dos et flancs jusque vers le milieu du ventre parsemés de nombreux piquants cylindriques et blanchâtres; ces piquants sont courts sur les côtés du cou, mais ils prennent un assez grand développement sur les autres parties du corps, surtout près de la région caudale et sur les flancs, où ils mesurent jusqu'à 33 millimètres de longueur.

Pieds garnis de poils rares, raides et noirâtres.

Ongles bruns.

Talon sans éperon (femelle).

Dix-sept paires de côtes (d'après Gerv.).

La présence d'un éperon très développé nous indique que l'animal est du sexe mâle; mais je ne pourrais dire en ce moment de quelle partie de la Nouvelle-Guinée il est originaire.

La peau de la nouvelle espèce décrite ci-dessus était accompagnée de son squelette; celui-ci a été malheureusement endommagé par le préparateur qui l'a dégrossi sur place.

Dans son ensemble, ce squelette ne diffère guère de celui de l'*Acanth. Bruynii* décrit avec soin par M. Gervais, mais il offre quelques particularités intéressantes qui méritent d'être signalées.

On sait que chez les Monotrèmes les os du crâne ont une tendance précoce à se souder entre eux, comme cela a lieu chez les oiseaux (1). Dans notre individu, ces os sont encore en partie imparfaitement soudés, par suite de l'âge peu avancé de l'animal (pl. IV, fig. 2).

Le sternum nous présente un phénomène plus intéressant, qui vient confirmer la théorie de M. le professeur P. Albrecht (2). Nous voyons en effet que les extrémités sternales des quatre premières côtes (les deux premières de chaque côté) se sont réunies pour former la première sternèbre. Celle-ci, d'abord cartilagineuse, a dû évidemment commencer son ossification par deux points latéraux qui, en se développant, se sont rapprochés de plus en plus pour finir par se toucher. Dans le sujet que j'ai sous les yeux, les deux points d'ossification ou copules (*copulæ* de M. Albrecht) ne sont pas encore soudés : la première sternèbre est divisée dans toute son étendue et les deux copules sont réunies par du cartilage (pl. IV, fig. 4). Quant aux trois sternèbres suivantes, elles sont complètement ossifiées, mais non soudées entre elles; sur la ligne médiane on aperçoit encore un léger sillon qui indique l'endroit où les deux copules se sont réunies.

M. Gervais mentionne dix-sept paires de côtes chez l'*A. Bruynii;* je n'en compte que seize paires chez le *villosissima.*

La membrane qui tapisse le palais présente sur la ligne médiane une série de petites épines disposées par paires et enchâssées de façon que les pointes soient dirigées en arrière; la distance qui sépare chaque paire d'épines va en augmentant d'avant en arrière,

(1) Les Monotrèmes ne sont pas les seuls mammifères chez lesquels les os du crâne se soudent à l'âge adulte. J'ai constaté le même phénomène chez certains Carnivores appartenant aux genres *Lutra, Galictis, Procyon* et *Nasua;* chez ces derniers les os sont souvent si intimement soudés qu'on ne voit même plus la place des soudures.

(2) P. Albrecht, *Sur les copulæ intercostoidales et les hémisternoides du sacrum des Mammifères* (1883).

de sorte que les premières séries sont très rapprochées, tandis qu'une distance de 9 millimètres sépare la dernière paire de la précédente (pl. IV, fig. 3).

La partie postérieure de cette membrane a malheureusement été perdue en même temps que la partie du palais qu'elle recouvrait. Mais il est toujours à noter que la disposition de ces épines cornées de la membrane palatine n'est pas la même que chez l'*A. Bruynii*. « On voit, dit M. Gervais, sur la membrane du palais, depuis la partie la plus rapprochée des arrière-narines jusqu'à celle qui recouvre le trou incisif, des saillies cornées, d'abord rangées sur cinq lignes ou séries transversales, dont la première et la seconde se composent de tubercules de forme à peu près conique plus nombreux que ceux des troisième et quatrième et surtout que ceux de la cinquième, qui n'en compte plus que quatre. Les deux groupes suivants en possèdent chacun deux, mais qui sont presque confluents. Viennent au delà deux tubercules simples et coniques, situés à une distance à peu près égale à celle des tubercules en groupes. Ensuite, ils redeviennent bigéminés ou d'une complication un peu plus grande. Ils semblent être particulièrement en rapport avec les épines cornées de la langue et paraissent destinés à faciliter la préhension des aliments (1). »

La langue présente la même structure que celle de l'*A. Bruynii* : elle est grêle et cylindrique, mais son tiers antérieur est disposé en gouttière de façon à pouvoir plus ou moins s'étaler, surtout vers le bout. L'extrémité de la langue présente trois séries d'épines cornées dirigées en arrière, dont deux marginales et une médiane (pl. IV, fig. 5).

La famille des *Tachyglossidæ* se divise donc en deux genres, dont on connaît maintenant quatre espèces et une variété, savoir :

1. TACHYGLOSSUS ACULEATUS, Shaw, de l'Australie.
2. — — var. *Setosus*, Cuv., de la Tasmanie.
3. — LAWESII, Rams. (2), du sud de la Nouvelle-Guinée.
4. PROECHIDNA BRUYNII, Pet. et Dor., du nord de la Nouvelle-Guinée.
5. — VILLOSISSIMA, A. Dub., également de la Nouvelle-Guinée.

La seconde espèce qui fait l'objet de cette notice, je propose

(1) GERVAIS, *loc. cit.*, p. 45, pl. VII, fig. 5.

(2) *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, II, p. 31, pl. I (1878). — J'ai donné une traduction de la description de cet animal dans les *Bull. de la Soc. zool. de France*, t. VI, 1881, p. 269.

de la dédier à M. van Duivenbode de qui nous la tenons, et de l'appeler :

CHALCOPSITTACUS DUIVENBODEI.

Ce perroquet ne se rapproche d'aucune espèce connue et la disposition de ses teintes permet de le distinguer facilement de ses congénères.

Taille : 0m,31; ailes, 0m,18.

Diagnose. — Fusco-olivaceus; sincipite, loris, genis, tibiis, subalaribus, remigumque pogonio interno magna ex parte flavo aurantiis; remigibus exterius nigrofuscis; uropygio cyaneo-violaceo; rectricibus supra fusco-olivaceis, in medio violaceis et indistincte transfasciatis; cauda infra flavo-olivacea; subcaudalibus obscure cæruleo-violaceis. Rostro, ceromate et pedibus nigris.

Description. — D'un brun olivâtre; front jusqu'au-dessus des yeux et une bande étroite partant des lorums et descendant en s'élargissant pour contourner la mandibule inférieure, d'un jaune d'or; nuque garnie de plumes étroites et allongées terminées par une teinte ocracée; couvertures sous-alaires, bord interne des rémiges primaires sur la majeure partie de leur étendue et plumes des jambes d'un jaune d'or vif; rémiges secondaires ainsi que la barbe externe et l'extrémité des primaires d'un brun noirâtre; croupion d'un bleu violacé; rectrices de la couleur du dos, mais d'un violet sombre au centre vers l'extrémité et traversées de raies étroites visibles seulement sous un certain jour; dessous de la queue d'un jaune olivâtre; sous-caudales d'un violet sombre. Parties nues de la tête, bec et pattes noirs.

Hab. — Nouvelle-Guinée.

Le genre *Chalcopsittacus* ne se compose que de cinq espèces appartenant toutes à la Nouvelle-Guinée et à quelques îles voisines.

Voici la liste de ces espèces avec l'indication des ouvrages où elles sont décrites ou figurées :

1. CHALCOPSITTACUS FUSCATUS, Blyth, *Journ. As. Soc. Beng.* XXVII, p. 279 (1858). — Finsch, *Die Papag.* II, pl. VI.
2. — ATER, Scop., *Del. fl. et faun. Insubr.*, p. 87 (1786). — Levaill., *Hist. nat. Perr.*, pl. XLIX.
3. — INSIGNIS, Oust., *Assoc. Sc. Fr. Bull.*, n° 533, p. 247 (1878) (espèce non encore figurée).
4. — DUIVENBODEI, A. Dub., *Bull. Mus. roy. d'hist. nat.*, 1884, t. III, p. 109, pl. V.
5. — SCINTILLATUS, Tem., *Pl. col.* V, pl. DLXIX.



Je ne mentionne pas le *Ch. stavorini,* Less. (1826), qui paraît fort douteux; le type de Lesson a été perdu et jamais plus on n'a retrouvé un oiseau semblable. Il est probable que le type en question n'était qu'une simple variété accidentelle du *Ch. ater*.

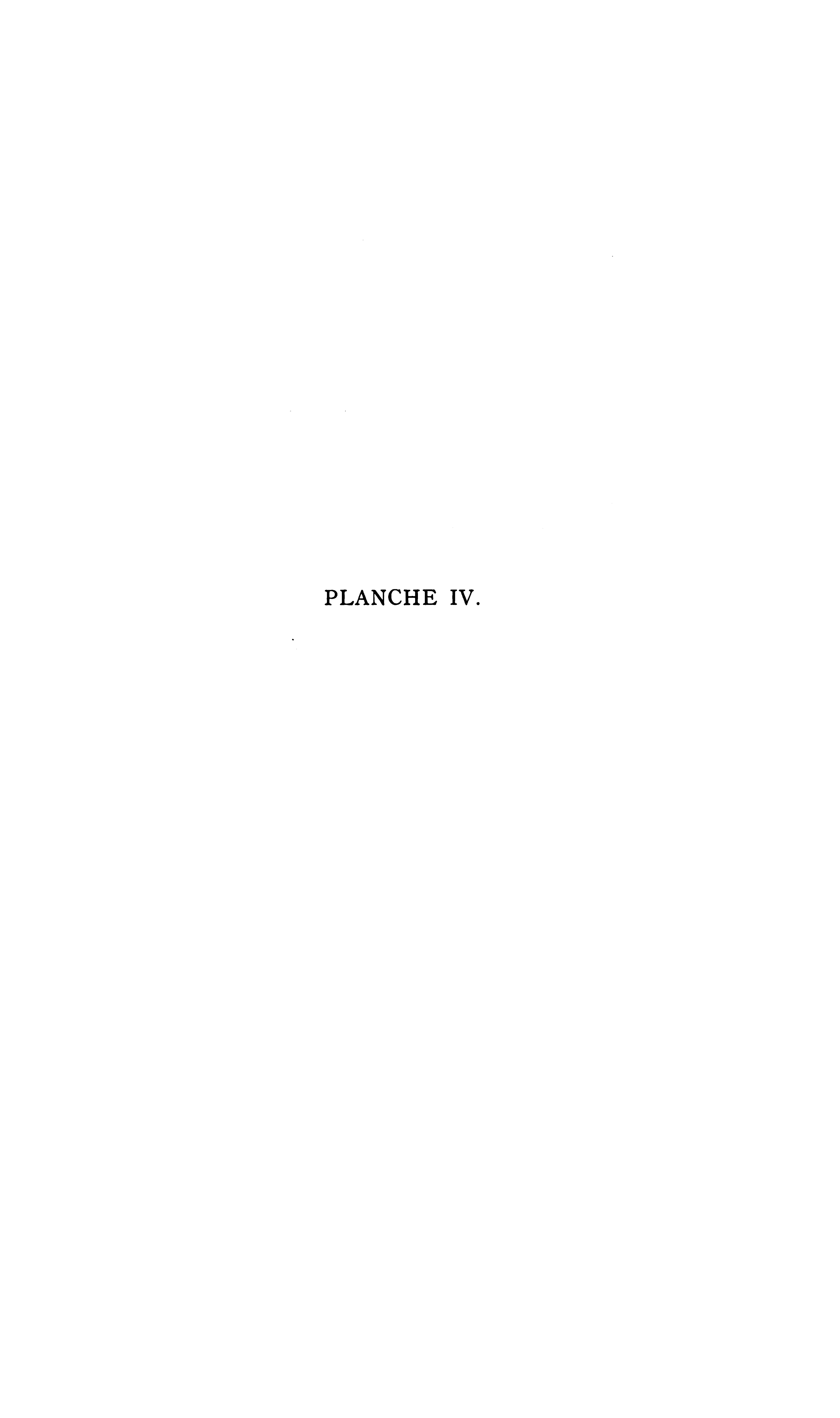


PLANCHE IV.



EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Fig. 1. — Le *Proechidna villosissima,* réduit au tiers de sa grandeur naturelle.

Fig. 2. — Crâne et mâchoire inférieure.

Fig. 3. — Palais garni de la membrane palatine montrant la disposition des épines cornées.

Fig. 4. — Sternum et extrémités sternales des côtes.

Fig. 5. — Langue.

Les figures 2-5 sont en grandeur naturelle.

1 $\frac{1}{3}$

2

3

4

5

A. Dubois. ad. nat. del. lith. *lith. G. Severeyns. Brux.*

PROECHIDNA VILLOSISSIMA. A. DUBOIS.



CHALCOPSITTACUS DUIVENBODEI. A. DUBOIS

A. Dubois ad nat. del. lith.

lith. G. Severeyns Bruxelles

NOTICE SUR LA COMPOSITION MINÉRALOGIQUE DE L'ARKOSE DE HAYBES

PAR

A. F. RENARD

Conservateur au Musée.

Dans un travail publié il y a quelques années avec la collaboration de M. de la Vallée Poussin, nous avons fait connaître l'existence en Belgique de fragments de roches tourmalinifères appartenant au terrain granitique. Nous avons développé les raisons qui militent en faveur de cette interprétation dans la *Notice sur un fragment de roche tourmalinifère du poudingue de Boussalle* (1). L'étude lithologique de ces cailloux à tourmaline nous avait conduit à penser que des roches de la famille du granite, qui n'affleurent plus en Belgique ni dans les contrées voisines, étaient plus ou moins à découvert à l'époque où se déposèrent le long du rivage du Condroz les premiers conglomérats devoniens inférieurs. Les dimensions considérables du fragment que nous avions recueilli, ses contours anguleux, son association avec des fragments provenant la plupart du terrain silurien du Condroz, nous amenaient à admettre que son lieu d'origine n'était pas fort éloigné du conglomérat de Boussalle.

Il existe d'autres preuves, croyons nous, qui tendent à appuyer l'idée que nous venons de rappeler. On sait que Dumont avait recueilli dans les couches du même poudingue, d'où nous avons extrait l'échantillon de roche tourmalinifère, des fragments qui doivent avoir la même origine que celui décrit par nous. Ce géologue avait admis que certaines masses plutoniennes des terrains anciens de Belgique étaient antérieures au poudingue anthraxifère du bassin septentrional, parce que l'on rencontrait parmi les cailloux de ce poudingue des fragments de roches cristallines identiquement semblables, à ce qu'il pensait, aux roches cristallines du

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 1877.

Brabant (1). M. Gosselet, par des raisons très probantes tirées de la lithologie et de la stratigraphie, a fait rentrer le poudingue de Boussalle et d'Hermalle-sous-Huy dans l'horizon du poudingue de Fépin, qui est, comme on sait, la base du terrain devonien du bassin méridional et à la base du terrain rhénan de Dumont. Dans notre mémoire sur les roches plutoniennes de la Belgique et de l'Ardenne française (2), nous avons décrit les roches que ce savant avait recueillies dans les couches en question; nous les avons considérées comme formées d'une agrégation de hornblende et de quartz laiteux et très différentes des autres roches amphiboliques du pays. L'examen que j'ai fait de quelques plaques minces de ces roches, dont les échantillons sont conservés dans la collection de l'Université de Liège, m'indique que les cailloux trouvés par Dumont dans le poudingue rhénan doivent se rapporter au même type que l'échantillon du poudingue de Boussalle.

Mais ce n'est pas seulement la présence de ces fragments de roches dans le poudingue, et sur laquelle nous venons de rappeler l'attention, qui peut servir à démontrer que des roches granitiques avaient apparu dans les terrains anciens de la Belgique avant l'époque à laquelle se sont déposées les assises du terrain devonien; les produits de désagrégation qui constituent l'arkose associée au poudingue, base du terrain devonien, viennent à leur tour nous permettre d'établir cette interprétation. On comprend aisément l'absence de fragments granitiques proprement dits dans les bancs poudingiformes où l'on a recueilli les cailloux de roches tourmalinifères se rapprochant de la luxulianite. Celles-ci, appartenant, comme nous l'avons dit, à des masses filoniennes qui traversaient le massif granitique, sont constituées de manière à résister plus énergiquement aux actions qui auront désagrégé le granite. En effet, ces roches tourmalinifères filoniennes sont très riches en ciment quartzeux, dans lequel les aiguilles de tourmaline sont fortement enchâssées; cette masse compacte, relativement très homogène, résiste mieux aux actions chimiques et mécaniques que ne le font les fragments granitiques. Dans ce dernier cas, le feldspath, qui entre pour une partie notable dans la composition, est soumis à une désagrégation plus rapide, la roche se transforme en arène et ces débris donnent naissance à des dépôts d'arkose.

(1) *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan*, pp. 316, 317.

(2) De la Vallée Poussin et Renard, *Mém. sur les roches plutoniennes de la Belgique et de l'Ardenne française* (Mém. Acad. Roy. de Belg., 1876, p. 147).

La dénomination d'arkose donnée aux roches devoniennes dont je me propose de faire connaître les caractères lithologiques indique bien qu'on avait, au moins implicitement, considéré ce dépôt comme provenant de la désagrégation d'une roche granitique. En appliquant à ces grès contenant du feldspath décomposé la dénomination créée par Brongniart pour désigner les roches détritiques des granites, on avait admis le fait sur lequel nous avions insisté dans la notice précitée. Nous allons reprendre cette notion en la précisant et montrer à quel groupe de la grande famille des granites il faut rapporter la roche dont les débris constituent l'arkose de Haybes. Les détails qui suivent montreront que cette roche doit dériver d'une pegmatite, ainsi qu'on l'a avancé lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans les Ardennes en 1883.

On sait que le terrain gedinnien qui forme l'assise inférieure de l'étage devonien inférieur est constitué par un dépôt poudinguiforme très local connu sous le nom de poudingue de Fépin; il est surmonté d'un dépôt plus constant d'arkose auquel M. Gosselet a donné le nom d'arkose de Weismes. Cette roche se désagrège quelquefois et où elle devrait affleurer, on constate souvent qu'une vallée s'est creusée ou qu'une plaine tourbeuse s'est formée. Cependant, en certains points où les parties profondes et moins altérées ont été entamées, on trouve une roche dont les caractères primitifs du dépôt sont mieux conservés; c'est le cas en particulier pour celle qui affleure aux grandes exploitations de Haybes sur la Meuse dans les Ardennes françaises. C'est aussi cette roche que nous avons prise comme type à décrire. L'arkose gedinnienne varie beaucoup selon les points; celle de Haybes, dont les principaux traits ne sont pas effacés par l'altération, est, comme presque toutes les arkoses, d'aspect blanchâtre, pointillée de petits centres limoniteux, à grains moyens. La résistance à l'usure et à l'écrasement ont été l'objet de recherches spéciales, faites à l'École des mines de Paris par M. l'ingénieur P. Michelot : son coefficient d'usure moyenne est 0.065, les grès de l'Yvette étant pris comme unité de comparaison; les résultats des expériences de la résistance à l'écrasement ont donné 1617 kilos pour la roche écrasée sur son lit de carrière et 1395 kilos pour la pierre écrasée en délit (1).

(1) Ces chiffres sont extraits de documents que je dois à l'obligeante communication de M. Catoir, administrateur des carrières d'arkose de Haybes.

On distingue à l'œil nu qu'elle est composée essentiellement de grains de quartz blanc laiteux et hyalin, de dimensions très variables allant de 2 centimètres à quelques millimètres; ces grains sont généralement irréguliers, ceux de forme arrondie constituent l'exception, peut-on dire; on y distingue aussi des fragments de quartzite blanc-grisâtre. Une matière kaolineuse blanc-jaunâtre, remplacée dans quelques cas par un enduit limoniteux, est intercalée entre les grains de quartz. On voit en outre un grand nombre de points noirs brillants, rarement à contours cristallins, apparaissant d'ordinaire sous la forme de débris de 1 à 2 millimètres répandus sporadiquement dans la masse de la pierre. L'examen microscopique montre qu'on doit rapporter à la tourmaline ces fragments noirs si abondants dans l'arkose (1).

Quelques échantillons sont à grains plus fins; ils revêtent une teinte plus verdâtre et l'on y voit d'assez abondantes paillettes micacées blanchâtres d'un millimètre environ. Parfois on observe encore à l'œil nu quelques grains pyriteux assez rares, plus ou moins décomposés, des éclats de schiste et une matière phylladeuse qui n'apparaît que d'une manière peu nette dans les échantillons examinés.

L'analyse suivante d'un fragment de l'arkose de Fépin a été faite par M. C. Klement au laboratoire de chimie du Musée d'histoire naturelle :

I. 0,7928 gr. de substance séchée à 110° et fusionnée par les carbonates de soude et de potasse donna 0,7174 gr. de silice, 0,0515 gr. d'alumine, 0,0073 gr. de peroxyde de fer, 0,0021 gr. de chaux et 0,0043 gr. de pyrophosphate de magnésie répondant à 0,00155 gr. de magnésie.

II. 0,8566 gr. de substance séchée à 110° et traitée par l'acide fluorhydrique et sulfurique donna 0,0210 gr. de chlorures de sodium et de potassium et 0,0623 gr. de chloroplatinate de potassium répondant à 0,0121 gr. de potasse et à 0,0191 gr. de chlorure de potassium; par différence 0,0019 gr. de chlorure de sodium = 0,0010 gr. de soude.

III. 1,1670 gr. de substance séchée à 110° donna 0,0135 gr. de perte au feu.

(1) La présence de ce minéral noir n'a pas échappé à Dumont dans sa description des poudingues pisaires de son système gedinnien. En parlant du poudingue de Fépin, il dit (*Mém. sur les terrains ardennais et rhénan*, p. 91) qu'il renferme des grains noirs qui seraient de la hornblende. Il rappelle aussi qu'à Paradis et à Lannersdorf le poudingue contient des grains foncés à rapporter à l'amphibole.

Composition en centièmes :

SiO_2	90,49
Al_2O_3	6,50
Fe_2O_3	0,92
CaO	0,27
MgO	0,20
K_2O	1,41
Na_2O	0,12
H_2O	1,16
	101,07

On observe au microscope que la roche est essentiellement formée de grains de quartz entre lesquels une matière kaolineuse joue en quelque sorte le rôle de ciment. Les sections quartzeuses, qui forment en moyenne 80 °/₀ de l'arkose, se montrent avec les caractères bien nets d'éléments allothigènes ; toutefois on ne remarque presque jamais des formes arrondies, sauf les grains les plus gros qui ont leurs angles émoussés. Les files d'enclaves liquides s'arrêtent coupées sur les bords des sections ; jamais on n'observe d'inclusions lithoïdes ni de sinuosités remplies par la pâte de la roche primitive, comme c'est souvent le cas pour le quartz des porphyres. Souvent les sections quartzeuses sont assez allongées; mais on n'observe pas de contours rappelant les formes cristallographiques de ce minéral. On ne distingue pas non plus d'alignement des grains qui serait en rapport avec la sédimentation ou le résultat d'une lamination. Les dimensions des plages quartzeuses sont très variées; elles peuvent atteindre souvent plusieurs millimètres et descendre, dans certains cas, à $0^{mm},05$ en moyenne. En faisant mouvoir la vis micrométrique, on voit que la surface des grains non entaillés par le polissage est striée et rugueuse. C'est ce que l'on observe souvent pour les grains quartzeux des roches psammitiques, qui ont été charriés par les eaux et usés pendant leur trajet. Rarement on trouve des grains de quartz brisés en place, de même, comme nous le dirons plus loin, qu'on n'observe presque pas de formation de silice *in situ*. Plusieurs sections quartzeuses, paraissant homogènes à la lumière ordinaire, se montrent entre nicols croisés, nettement séparées par des lignes plus ou moins régulières et se divisent en plages ayant chacune leur orientation individuelle. Ce fait rappelle ce que l'on peut constater souvent pour les sections

quartzeuses de certaines roches granitiques et des schistes cristallins (1). Les caractères que nous venons de donner sont bien ceux que possède cette espèce lorsqu'elle entre dans la composition des granites et cette interprétation de son origine est confirmée par ce que nous allons dire des minéraux associés au quartz dans l'arkose de Haybes. Quelquefois les sections quartzeuses renferment comme inclusions de petits cristaux de zircone; beaucoup plus rarement on y distingue de l'apatite et enfin des grains noirâtres qui sont des oxydes ou des sulfures de fer.

Il n'a pas été possible de déterminer avec certitude la présence de l'orthose ou des plagioclases. Comme dans toutes les arkoses, l'élément feldspathique a donné ici naissance à des produits secondaires qui n'ont presque plus rien conservé des caractères du minéral primitif. On pourrait peut-être, dans certains cas, confondre à première vue avec le feldspath des sections de quartz laiteux ayant une apparence striée; mais on voit par de plus forts grossissements que cette ressemblance avec le feldspath est due uniquement à un nombre immense d'inclusions liquides renfermées dans ces sections dont l'aspect strié est provoqué par l'alignement de ces mêmes inclusions disposées en files. Examinées de plus près, ces lignes dessinées par les files de bulles, ne sont pas droites comme le seraient les lignes de clivage ou de macle; elles sont ondulées et cette particularité suffit pour permettre de distinguer ici le quartz du feldspath sans même avoir à recourir à l'appareil de polarisation.

Parmi les minéraux allothigènes de l'arkose vient en première ligne après le quartz, la tourmaline représentée dans les lames minces par de nombreux fragments bleu indigo très discroscopiques. On a dit que ce minéral se montre assez fréquent lorsqu'on examine la roche à l'œil nu; au microscope on le retrouve dans chacune des préparations, mais toujours sous la forme de débris. A juger de ces fragments on peut dire que les cristaux primitifs devaient avoir les dimensions de ceux que l'on rencontre dans les roches granitiques tourmalinifères. On ne peut guère arriver à reconstituer la forme des cristaux dont la trituration donna naissance à ces débris; mais on peut bien affirmer qu'ils ne dérivent pas des tourmalines microscopiques, qui abondent dans les phyl-

(1) ROSENBUSCH, *Massige Gesteine*, p. 15; KALKOWSKY, *Mikroskopische Untersuchungen des Glimmertrapps von Metzdorf* (NEUES JAHRB., 1856. p. 480).

lades ardennais. Ces éclats de tourmaline sont d'habitude groupés en petits nids, où gisent ensemble cinq ou six fragments. Quelquefois on en découvre des particules extrêmement fines, mêlées au quartz clastique, empâtées dans la matière qui cimente les éléments de cette roche. Grâce à sa coloration et à ses propriétés optiques bien accusées, on peut encore très bien identifier la tourmaline lorsqu'elle descend à ces proportions microscopiques.

On doit de même attribuer une origine clastique aux petits cristaux de zircone qui se trouvent isolés dans la matière kaolineuse ou micacée répandue entre les grains de quartz. Ces zircones sont fortement émoussés, mais rarement arrondis au point d'avoir perdu toute trace de la forme cristalline primitive. Ils apparaissent avec des bords noirs sillonnés de fissures plus ou moins parallèles à la base avec teintes brillantes de polarisation. Ces petits cristaux sont identiques à ceux que l'on observe enchâssés dans les grains de quartz.

Quelques granules de rutile doivent à leur tour être considérés comme clastiques; ils sont couleur jaune-miel, avec reflet assez brillant jaune-noir foncé. On ne retrouve pas sur ces sections de rutile des traces des faces primitives, ils sont en fragments irréguliers. D'autres cristaux de la même espèce n'ont pas subi cette trituration, ils sont empâtés dans les fragments schisteux enclavés dans l'arkose.

Ceci nous amène à parler des petites inclusions de roches dans l'arkose de Haybes. On peut signaler comme les plus fréquentes des fragments de quartzite; ces éclats sont anguleux, examinés au microscope, leur microstructure est caractérisée par une grande homogénéité de grain; ils sont presque exclusivement formés de sections quartzeuses sans interposition de ciment. On doit considérer aussi comme fragments de roches enclavés ceux que je rappelai tout à l'heure et qui renferment les microlithes de rutile. Ces plages à contours peu nets se fondent pour ainsi dire dans la masse entourante. La matière fondamentale qui les constitue ressemble beaucoup à celle qui forme la base des ardoises ardennaises et cette analogie est confirmée par la présence dans ces sections d'innomblables microlithes de rutile identiquement semblables à ceux des phyllades. Nous remarquons, comme on l'a déjà fait ressortir plus haut, que les fragments de roches cristallines massives manquent dans tous les échantillons de l'arkose qui ont été examinés : si les schistes et les quartzites y sont représentés par des débris, c'est

que ces roches sont plus résistantes que les premières, grâce au quartz et aux matières micacées qui en constituent la partie essentielle.

On observe aussi quelques rares petits cristaux de grenat identiquement semblables à ceux du coticule de Viel-Salm; leur présence dans l'arkose peut s'interpréter comme on vient de le faire pour les microlithes géniculés de rutile. Citons encore parmi les éléments allothigènes de la roche de Haybes l'apatite dont on voit quelques sections microscopiques.

Outre ces minéraux d'origine clastique et dont on peut déterminer l'espèce avec plus ou moins de certitude, il doit exister dans la roche des matières qui ont un même mode de formation, mais qui ayant été réduites à l'état de poussière échappent à une détermination spécifique précise à cause de leurs dimensions submicroscopiques. Ces poussières clastiques ne sont autre chose que des débris minuscules de quartz, de feldspath, de mica, de matières ferrugineuses : elles doivent être réparties dans toute la roche et constituer une portion assez notable de la substance intercalée entre les grandes sections de quartz.

S'il est généralement assez facile de se prononcer sur la nature clastique des minéraux qui viennent d'être énumérés, il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit des matières micacées qui constituent un élément assez important de la roche.

Certaines lamelles de mica blanc, à rapporter très probablement à la muscovite, paraissent cependant trahir leur origine allothigène. Quoique plus rares que la tourmaline, ces lamelles micacées se rencontrent cependant dans toutes les préparations de l'arkose. Les sections de mica que l'on peut, selon nous, considérer comme clastiques sont caractérisées par les particularités suivantes : leurs dimensions sont assez grandes, dans certains cas elles atteignent même celles des sections quartzeuses voisines, leurs contours, quoique nettement tracés, sont très irréguliers et comme déchiquetés; ces lamelles se détachent très nettement de la masse dans laquelle elles sont enchâssées. Dans les coupes perpendiculaires à la base, on voit que les feuillets composant le fragment de mica sont courbés et comme froissés; quelquefois ils affectent une disposition en éventail paraissant le résultat d'actions mécaniques qui ont accompagné le transport. Dans d'autres cas, les feuillets sont séparés les uns des autres par des intervalles que des poussières clastiques et des matières kaolineuses sont venues remplir. On con-

state non seulement ces modifications, qui semblent témoigner en faveur d'une origine allothigène, mais ces fragments de mica montrent en outre qu'ils ont été soumis sur place à des pressions qui doivent avoir à leur tour modifié la régularité de la forme : ils ont été comme comprimés et reployés sous les minéraux voisins. Ce qui permet encore dans certains cas de considérer ces sections de muscovite comme clastiques, c'est la manière dont ce mica se comporte vis-à-vis des minéraux qui l'entourent. C'est ainsi que d'ordinaire il ne renferme pas comme enclaves les espèces minérales auxquelles il est associé dans l'arkose; un grain de quartz clastique se remarque-t-il à l'intérieur d'une de ces sections de mica, on observe qu'il n'est pas englobé de toutes parts et l'on peut presque toujours démontrer que ces deux minéraux sont simplement juxtaposés sans relations génétiques.

Mais s'il est facile de déterminer avec une certaine probabilité la nature allothigène de ces fragments de mica d'assez grandes dimensions, il n'en est plus de même lorsque les paillettes micacées sont très petites et qu'elles se confondent pour ainsi dire avec la matière kaolineuse. Il est bien possible alors que ces lamelles microscopiques soient formées en place aux dépens de la substance feldspathique décomposée, comme elles se développent au sein des cristaux de feldspath altéré. En admettant donc comme très probable l'existence de lamelles de mica clastique dans l'arkose et qui se caractériseraient par les particularités mentionnées plus haut, nous ne nions pas qu'un grand nombre de ces petites sections de mica blanc auxquelles nous venons de faire allusion ne soient formées en place. On comprend aisément combien il est difficile de tracer la limite qui sépare le mica formé *in situ* de celui auquel on doit, selon toute vraisemblance, attribuer une origine clastique.

La matière kaolineuse, qu'on peut considérer comme un produit de l'altération du feldspath qui constituait le granite, est répandue entre les minéraux que nous avons énumérés; elle peut être considérée comme formant jusqu'à un certain point la pâte de la roche. Au microscope elle apparaît formée par l'agrégation de paillettes excessivement petites, incolores ou légèrement teintées en jaunâtre par de l'hydrate de fer. Il n'est pas aisé de caractériser nettement cette substance, qui certainement n'est pas homogène. Les petites paillettes que l'on distingue à l'aide des forts grossissements sont biréfringentes, avec teintes peu intenses de polarisation chroma-

tique; elles ne montrent pas de contours réguliers et sont fortement pressées les unes contre les autres. Les plages qu'elles forment ressemblent beaucoup pour l'aspect à la masse fondamentale séricitcuse des ardoises. Toutefois elles ne présentent jamais cet étirement de la séricite que l'on constate dans les phyllades, par exemple. Dans cette matière kaolineuse sont enchâssées les grandes sections de quartz, de tourmaline et de mica qui se distinguent très aisément au microscope. Il y existe en outre des particules très petites de ces mêmes minéraux et qu'il est bien difficile de déterminer spécifiquement; on peut les considérer comme des poussières clastiques. C'est encore dans cette pâte que se trouvent, formant un mélange intime avec elle, de nombreuses paillettes micacées submicroscopiques. Je suis porté à considérer celles-ci comme ayant été formées en place : non seulement leurs petites dimensions contrastent avec celles des fragments que nous avons envisagés comme clastiques, mais toutes les particularités de structure présentent des différences marquées. On n'observe pas ici ces déchirures, ces ploiements, indice des actions mécaniques qui auraient agi pendant le transport; les lamelles sont restées accolées; quelquefois on distingue vaguement des contours hexagonaux; les relations de ces petites sections micacées avec les minéraux auxquels elles sont associées sont bien différentes aussi de ce qu'on observe pour les lamelles micacées dont il a été question plus haut. Au lieu de s'enchevêtrer entre les grains de quartz, elles se trouvent d'habitude réunies plus ou moins nombreuses, formant une plage où les lamelles conservent parfaitement leur individualisation, et sont disposées irrégulièrement dans tous les sens. Ces petits nids rappellent tout à fait pour l'aspect ce que l'on observe au microscope dans les sections de feldspaths décomposés. Il n'est pas possible de rattacher à une espèce de mica déterminée les matières cristallines que nous venons de décrire. L'interprétation à laquelle cet examen nous amène, c'est qu'elle pourrait bien n'être qu'un produit d'altération de la matière feldspathique, qui aurait cristallisé *in situ*.

Il n'est pas moins difficile de préciser s'il existe dans le kaolin de cette arkose des matières argileuses proprement dites; il y a tant de relations entre ces substances, leurs caractères distinctifs sont si peu nets qu'il est impossible d'avancer quelque chose de bien défini à cet égard. Comme nous le disions plus haut, la matière kaolineuse n'est pas homogène; en employant la lumière polarisée

on distingue nettement des sections qui tranchent sur la masse entourante; celle-ci présente presque toujours les phénomènes de la polarisation d'agrégat ; quelquefois elle est très faiblement biréfringente.

On distingue encore au microscope des lamelles verdâtres empilées et dont l'ensemble est de forme cylindrique courbe rappelant assez ce que l'on observe pour l'helminthe. M. Schmidt les a désignées sous le nom de microvermiculite ; mais peut-être ne sont-elles qu'une variété de la matière micacée authigène.

Parmi les minéraux que l'on peut considérer comme étant formés en place on doit encore ranger certains petits cristaux rhomboédriques de carbonates spathiques et des plages microscopiques de calcite. Ces carbonates en sections irrégulières ou en cristaux nettement terminés sont assez rares dans les lames minces; on les trouve tapissant des vides entre les grains de quartz ou imprégnés dans la matière kaolineuse.

Nous n'avons pas à nous étendre sur les matières qui dans les roches clastiques jouent le rôle de ciment. On a vu que la substance kaolineuse joue le rôle de pâte. On ne voit jamais dans cette arkose du quartz authigène complétant les formes cristallines des grains clastiques et s'orientant comme eux; jamais non plus on n'y observe des plages quartzeuses formées en place avec grains microscopiques possédant chacune leur orientation individuelle. Tout au plus constate-t-on parfois dans quelques lames minces des sections quartzeuses entremêlées de paillettes micacées et qu'on peut rapporter au ciment micacé quartzeux décrit par M. Klemm (1). Ajoutons enfin que dans certains cas des grains de quartz brisés en place sont ressoudés par des veinules incolores de silice formées *in situ;* souvent aussi ces filonnets cimentent des grains hétérogènes juxtaposés.

Après avoir fait connaître la structure et la composition minéralogique de l'arkose de Haybes, il reste à indiquer quelle est la roche granitique dont la désagrégation lui a donné naissance. Tout ce que nous venons de voir tend à prouver que les matériaux de l'arkose dérivent d'un granite de filon : si l'on tient compte de la rareté relative du mica potassique, de la grande abondance des fragments de tourmaline, de l'absence des plagioclases indiquée par

(1) *Mikrosk. Untersuchungen über psammitische Gesteine* (Z. D. D. G. G., 1882, p. 796).

l'analyse, on est conduit à admettre que le granite en question devait se rapprocher des pegmatites ou des aplites. La trituration à laquelle tous les éléments clastiques de l'arkose furent soumis ne permet pas de préciser nettement à laquelle de ces deux variétés, qui ne diffèrent d'ailleurs que par le grain, il faut rapporter le granite dont les débris forment la roche de Haybes.

CINQUIÈME NOTE SUR LES DINOSAURIENS DE BERNISSART;

PAR

M. L. DOLLO,

Ingénieur, Aide-naturaliste au Musée.

Depuis la publication de ma *Quatrième Note sur les Dinosauriens de Bernissart* (1), j'ai eu l'occasion de faire, sur les Iguanodons, quelques observations, qui me paraissent dignes d'un certain intérêt. D'un autre côté, la lecture des beaux travaux de MM. Cope et Marsh m'a suggéré diverses réflexions sur plusieurs points de l'organisation des Dinosauriens en général. Ce sont ces observations et ces réflexions que je désire présenter aujourd'hui.

Dans ce but, je traiterai successivement les sujets ci-après :

I. Le Proatlas;

II. Les muscles éleveurs de la mandibule et leur influence sur la forme du crâne.

I.

LE PROATLAS.

Nous lisons, dans la sixième partie des *Principal Characters of American Jurassic Dinosaurs* de M. Marsh (2), le passage suivant :

« In two genera of the *Sauropoda* (*Morosaurus* and *Brontosaurus*), » and probably in all members of this order, there is a pair of » small bones connected with the skull which have not hitherto » been observed in any vertebrates. These bones, which may be » called the *post-occipital* bones, were found in position in one » specimen, and with the skull in several others. When in place, » they are attached to the occiput just above the foramen magnum, » and extend backward and outward, overlapping the lateral pieces » of the atlas, thus protecting the spinal cord at this point, which » would otherwise be much exposed. »

« These bones are short, flattened, and slightly curved, resem-

(1) L. DOLLO, *Quatrième Note sur les Dinosauriens de Bernissart* (BULL. MUS. ROY. HIST. NAT. BELG., 1883, t. II, p. 223).

(2) O. C. MARSH, *Principal Characters of American Jurassic Dinosaurs*. Part VI. *Restoration of Brontosaurus* [AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE (SILLIMAN), 1883, vol. XXVI, p. 82].

» bling somewhat a riblet. The anterior end is thickened and » rugose for attachment to a roughened surface on the exoccipital » just above and outside the foramen magnum. The shaft is flat- » tened from above downward, and gradually converges to a thin » posterior end. In *Morosaurus grandis,* these bones are about » 65 mm. in length, and thirty along the surface which joins the » occiput. They correspond in position to the muscle in mammals » known as the *rectus capitis posticus minor.* »

« In the existing Cormorants (*Graculus*) a single slender bone » is articulated to the occiput on the median line. This, however, » does not correspond to the bones here described. To distinguish » it from the post-occipitals, it may be called the *nuchal* bone. »

Ainsi qu'on le voit, l'éminent paléontologiste de Yale College se contente de signaler l'existence des os qu'il nomme *post-occipitaux,* mais il ne détermine pas leur valeur morphologique. Tout au plus établit-il une connexion de position entre eux et les muscles *petits droits postérieurs de la tête* de l'anatomie humaine. Cette absence de renseignements, en ce qui concerne un point aussi important, m'a amené à rechercher les homologues des pièces en question. J'ai donc, depuis quelque temps déjà, des idées à leur égard. Cependant, comme il m'était impossible de les contrôler sur les originaux de M. Marsh, je me suis abstenu de rien publier. Maintenant que j'ai eu la bonne fortune de retrouver les post-occipitaux chez l'Iguanodon, je puis en parler en connaissance de cause. J'ajouterai, d'ailleurs, qu'à ma grande satisfaction, cette découverte n'a fait que confirmer l'interprétation qui s'était, dès l'abord, présentée à mon esprit.

Avant de placer la discussion sur le terrain de l'Anatomie comparée, je décrirai brièvement la colonne vertébrale de l'*Iguanodon Mantelli,* Ow. (Individu T de la série du Musée). Cette colonne se compose de :

Vertèbres	cervicales	10	
—	dorso-lombaires	18	
—	sacrées	5	
—	caudales	32	(Le reste de la queue manque.)
	Total	65	

De même que chez l'*I. bernissartensis,* Blgr., les centres des vertèbres cervicales sont opisthocœles; ceux des vertèbres dorsales, biplans; ceux des vertèbres caudales, légèrement amphicœles.

Nous avons compté seize paires de côtes dans la région dorso-lombaire. Il y aurait donc :

Dorsales	16	
Lombaires.	2	
Total . . .	18	dorso-lombaires.

Soit une dorsale de moins et une lombaire de plus que pour l'*I. bernissartensis*.

Toutes les vertèbres cervicales (dans le sens usuel du mot), à l'exception de l'atlas, portent des côtes.

L'atlas offre, d'une manière générale, la forme qu'on rencontre habituellement chez les Reptiles. Les neurapophyses sont en synchondrose entre elles. La mutilation du spécimen ne permet pas d'observer si elles étaient, ou non, synostosées avec le pseudocentre. Elles nous montrent caudalement des postzygapophyses bien développées articulant avec l'axis. Cranialement et dorsalement, les neurapophyses soutiennent deux petits os, un droit et un gauche, qui répondent en tous points aux post-occipitaux de M. Marsh. Dans une vue de profil, chacun d'eux délimite, avec la neurapophyse du même côté, une échancrure destinée au passage du premier nerf cervical (*N. suboccipitalis,* Winslow).

Ceci posé, quelle est, à présent, la valeur morphologique des post-occipitaux ?

Quatre hypothèses sont admissibles *a priori* (1) :

1° Ils sont homologues de la plaque nucale de l'Esturgeon;

2° Ils sont homologues de l'os nucal du Cormoran;

3° Ils sont homologues du Proatlas des Crocodiliens et des Rhynchocéphaliens;

4° Ils constituent un élément *sui generis* inconnu jusqu'à ce jour chez les autres Vertébrés.

1° M. Gegenbaur figure, dans la seconde édition de son *Grundriss der vergleichenden Anatomie* (2), une tête d'Esturgeon où sont représentés et dénommés les os dermiques. Nous remarquons, parmi ces derniers, une plaque impaire en relation avec le sus-occipital et que l'illustre anatomiste de Heidelberg appelle « *Nuchale* ». Il nous paraît impossible de considérer cette plaque

(1) Il est évident que les post-occipitaux n'ont rien de commun, par leur forme et leur situation, avec les « côtes occipitales » de *Micropterus salmoïdes* [R. W. Shufeldt, *Osteology of* Micropterus salmoïdes (Science, 1884, vol. III, n° 72, p. 749, *ocx*)].

(2) C. Gegenbaur, *Grundriss der vergleichenden Anatomie,* p. 449, 2te Auflage. Leipzig, 1878.

comme homologue des post-occipitaux de M. Marsh. En effet :

a) Elle est impaire, tandis que les post-occipitaux sont au nombre de deux, un de chaque côté de la ligne médiane;

b) Elle occupe une position tout à fait superficielle pendant que les post-occipitaux reposent directement sur les neurapophyses de l'atlas, avec lesquelles ils étaient vraisemblablement en articulation;

c) Considérée dans ses rapports avec les organes sous-jacents, la plaque nucale est au-dessus des six ou sept premières vertèbres cervicales soudées entre elles et avec le crâne (1), au lieu que les post-occipitaux s'appuient uniquement sur l'atlas ou deuxième vertèbre cervicale (P. Albrecht).

2° Le Cormoran nous présente (2), attaché au sus-occipital et dans le plan médian du corps, un petit stylet osseux, qui, d'après M. Shufeldt, n'est rien autre chose qu'une ossification de la fascia située entre les extenseurs du cou. Suivant le même auteur, il y aurait lieu de comparer ce stylet à la portion craniale du ligament cervical (*lig. nuchæ*) des Mammifères. Enfin, nous savons, par Yarrell, qu'il sert à augmenter la surface d'origine des muscles temporaux, les extenseurs du cou se rendant à l'occipital en passant au-dessous des fibres supplémentaires des premiers.

Il nous semble, ainsi que M. Marsh l'admet d'ailleurs, qu'il ne peut être question d'identifier le stylet du Cormoran et les post-occipitaux. Car :

a) Ceux-ci sont pairs et le stylet ne l'est pas;

b) Ce dernier, s'il fait réellement partie du ligament de la nuque, est entièrement indépendant de l'atlas, puisque c'est la seule vertèbre cervicale sur laquelle ledit ligament ne s'attache pas (3).

Au contraire, comme nous l'avons déjà répété à plusieurs reprises, les post-occipitaux sont en relation immédiate avec l'atlas.

Afin qu'on ne confonde point la *plaque nucale* de l'Esturgeon

(1) T. H. Huxley, *Lectures on the elements of comparative Anatomy*, p. 204, fig. 82, *a*. London, 1864.

(2) W. Yarrell, *On the Xiphioid Bone, etc... of the Cormorant* (Zoological Journal, 1828, pp. 234-237, pl. VII, fig. 5 et 6); R. Owen, *Anatomy of Vertebrates*, t. II, pp. 64 et 93. London, 1866; E. Selenka, *Vögel* in Bronn, *Klassen u. Ordnungen d. Thierreichs*, pl. VIII, fig. 5 et 6; A. H. Garrod, *Notes on the Anatomy of* Plotus Anhinga (Proc. Zool. Soc. London, 1876, p. 336, pl. XXVIII, fig. 1, *a*); R. W. Shufeldt, *Remarks upon the Osteology of* Phalacrocorax bicristatus (Science, 1883, vol. II, n° 41, p. 640, fig. 1); *Osteology of the Cormorant* (Ibid., 1884, vol. III, n° 53, p. 143); *Osteology of the Cormorant* (Ibid., 1884, vol. III, n° 63, p. 474); J. A. Jeffries, *Osteology of the Cormorant* (Ibid., 1883, vol. II, n° 44, p. 739); Th. Gill, *Osteology of the Cormorant* (Ibid., 1884, vol. III, n° 61, p. 404).

(3) R. Owen, *Anatomy of Vertebrates*, t. III, p. 48.

avec l'*os nucal* du Cormoran, qui lui est évidemment étranger, je propose de conserver à la première le nom que lui a donné M. Gegenbaur et d'attribuer au second la qualification d'*os intranucal* pour exprimer que c'est une ossification dans le ligament de la nuque.

3° Les neurapophyses de l'atlas supportent, chez les Crocodiliens, une pièce osseuse impaire en contact, d'autre part, avec le sus-occipital et les exoccipitaux. Cette pièce, qui se développe primitivement de deux moitiés latérales, a reçu de Rathke (1) l'appellation de « *dorsales Schlussstück des Atlas* ». M. P. Albrecht, s'étant occupé depuis de la signification qu'il convient de lui accorder, est arrivé à la conclusion (2) qu'elle représente le dernier reste d'une vertèbre perdue par les Amniotes, vertèbre située jadis entre le crâne et l'atlas. Poursuivant ses recherches, ce savant anatomiste a retrouvé, sur l'*Hatteria* (3), son *Proatlas,* mais ici avec les deux rudiments, droit et gauche, des neurapophyses encore séparés. Or, il suffit de comparer ces deux rudiments aux post-occipitaux, tels qu'on les voit chez l'*Iguanodon,* par exemple, pour se convaincre qu'il y a complète concordance entre eux. En effet :

a) Ils sont pairs tous deux;

b) Tous deux aussi sont en articulation avec les neurapophyses de l'atlas;

c) Tous deux enfin butent cranialement contre le sus-occipital et les exoccipitaux.

En résumé :

1° Les post-occipitaux de M. Marsh ne sont homologues ni de la *plaque nucale* de l'Esturgeon, ni de l'*os intranucal* du Cormoran;

2° Ils coïncident si exactement avec le *Proatlas* de M. Albrecht qu'il n'est pas permis de douter qu'on soit en présence de la même formation;

3° Ils ne constituent donc pas, comme le suggère l'illustre paléontologiste américain, un élément nouveau du squelette des Vertébrés.

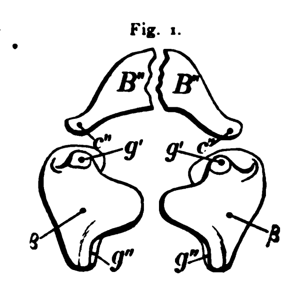
Voici maintenant un tableau des Sauropsides chez lesquels le Proatlas a été rencontré jusqu'à présent :

(1) Rathke, *Untersuchungen über die Entwickelung und den Körperbau der Krokodile,* p. 49. Herausg. von v. Wittich. Braunschweig, 1866.

(2) P. Albrecht, *Ueber den Proatlas, einen zwischen dem Occipitale und dem Atlas der amnioten Wirbelthiere gelegenen Wirbel und den Nervus spinalis I. s. proatlanticus* (Zoologischer Anzeiger, 1880, p. 450).

(3) P. Albrecht, *Note sur la présence d'un rudiment de Proatlas sur un exemplaire de* Hatteria punctata, *Gray* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., 1883, t. II, p. 185).

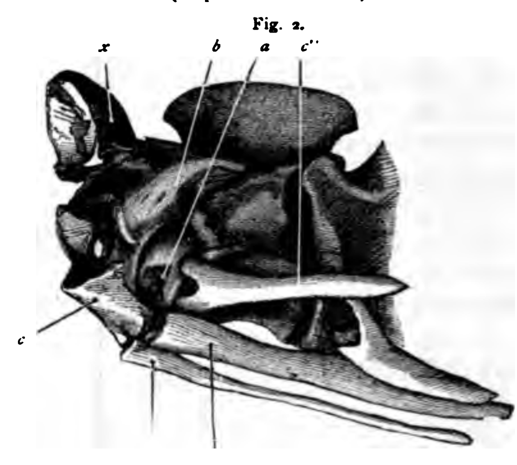
Fig. 1.



Vue dorsale du Proatlas et de l'atlas d'*Alligator mississipiensis*, Gray.

B''B'' Éparcuaux droit et gauche du Proatlas.
ββ Neurapophyses droite et gauche de l'atlas.
c''c'' Postzygapophyses droite et gauche du Proatlas.
g'g' Prézygapophyses droite et gauche de l'atlas.
g''g'' Postzygapophyses droite et gauche de l'atlas.
(D'après M. P. Albrecht.)

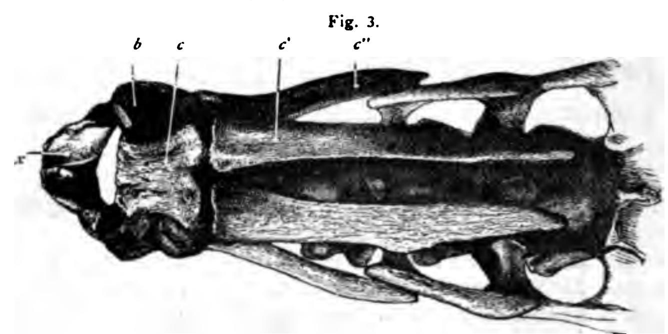
Fig. 2.



Profil gauche des premières vertèbres cervicales d'un *Alligator mississipiensis*, Gray.

a Centre de l'atlas (os odontoïde).
b Neurapophyse gauche de l'atlas.
c Pseudo-centre (arc ventral) de l'atlas.
c'c' Côtes de l'atlas.
c'' Côte gauche de l'axis.
x Eparcual gauche du Proatlas (au second plan on voit l'éparcual droit).
(D'après M. P. Albrecht.)

Fig. 3.



Vue ventrale des premières vertèbres cervicales d'un *Alligator mississipiensis*, Gray.

b Neurapophyse gauche de l'atlas.
c Pseudo-centre de l'atlas.
c' Côte gauche de l'atlas.
c'' Côte gauche de l'axis.
x Eparcual gauche du Proatlas. (D'après M. P. Albrecht.)

PROATLAS DES SAUROPSIDES.

Rhyncho-céphaliens.	Crocodiliens.			Dinosauriens.			
	Parasuchia.	*Mesosuchia.*	*Eusuchia.*	*Sauropoda.*	*Stegosauria.*	*Ornithopoda.*	*Theropoda.*
+	?	+	+	+	?	+	?
P. Albrecht (1).		E. E. Deslongchamps (2) E. Koken (3). L. Dollo (4).	Rathke (5). P. Albrecht (6).	O. C. Marsh (7).		L. Dollo (8).	

(1) P. Albrecht, *Note sur la présence*, etc. (v. *supra*).
(2) E. E. Deslongchamps, *Mémoires sur les Téléosauriens de l'époque jurassique du Département du Calvados* (Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie, années 1860-61).
(3) E. Koken, *Die Reptilien der norddeutschen unteren Kreide* (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., 1883, pp. 735 et 792).
(4) L. Dollo, *Première Note sur les Crocodiliens de Bernissart* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., 1883, t. II, p. 319).
(5) Rathke, *Untersuchungen*, etc. (v. *supra*).
(6) P. Albrecht, *Ueber den Proatlas*, etc. (v. *supra*).
(7) O. C. Marsh, *Principal Characters*, etc. Part VI, p. 82.
(8) L. Dollo, *Cinquième Note sur les Dinosauriens de Bernissart* (v. *supra*).

II.

LES MUSCLES ÉLEVEURS DE LA MANDIBULE ET LEUR INFLUENCE SUR LA FORME DU CRANE.

Lorsqu'on examine les crânes de l'*Iguanodon* (1) et du *Diclonius* (2), on observe sans aucun doute de sérieuses divergences. Cependant, ils se laissent aisément comparer et il est permis de dire que le second n'est qu'une exagération du premier. Si nous passons ensuite aux crânes du *Diplodocus* (3) et du *Ceratosaurus* (4), nous remarquons que ceux-ci sont très éloignés l'un de l'autre, comme on pouvait s'y attendre, eu égard au régime totalement différent de ces deux Dinosauriens. Pourtant, malgré l'écart considérable que nous constatons entre ces crânes, nous leur trouvons encore des caractères communs et, chose curieuse, des caractères que ne possèdent ni l'*Iguanodon*, ni le *Diclonius*, herbivores tous deux comme le *Diplodocus*. Frappé de ces singularités, sur lesquelles nous reviendrons d'une manière plus détaillée dans le cours de cette notice, nous nous sommes demandé, guidé en ceci par les admirables recherches de W. Kowalevsky (5) sur les Ongulés et celles de M. R. H. Traquair (6) sur les Ganoïdes, s'il ne faudrait pas chercher leur cause dans le plus ou moins grand développement de certains muscles de la tête. On verra, dans les pages qui suivent, que l'étude de ceux-ci nous donnera précisément la clef de l'énigme.

(1) L. Dollo, *Quatrième Note sur les Dinosauriens de Bernissart* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., 1883, t. II).

(2) E. D. Cope, *On the Characters of the Skull in the Hadrosauridæ* (Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, 1883).

(3) O. C. Marsh, *Principal Characters of American Jurassic Dinosaurs.* Part VII. *Diplodocidæ, a new family of the Sauropoda* [Amer. Journ. Sc. (Silliman), 1884].

(4) O. C. Marsh, *Principal Characters*, etc. Part VIII. *The order Theropoda* (Ibid., 1884).

(5) W. Kowalevsky, *Monographie der Gattung* Anthracotherium, *Cuv. und Versuch einer natürlichen Classification der fossilen Hufthiere* (Paleontographica, 1876, p. 277, pl. IX); *Osteologie des Genus* Entelodon, *Aym.* (Ibid., 1876, p. 483).

(6) R. H. Traquair, *The Ganoid Fishes of the British Carboniferous formations* [Palæontographical Society of London, 1877 (*Palæoniscus* et *Polyodon*, pp. 17 et 40, pl. I, fig. 3, *pa*, et pl. VII, fig. 2, *LM*)].

L'anatomie humaine nous apprend que les muscles éleveurs de la mandibule sont au nombre de huit, quatre à droite et quatre à gauche ; savoir :

1° Les muscles temporaux ;

2° Les masseters ;

3° Les ptérygoïdiens internes ;

4° Les ptérygoïdiens externes.

Nous les considérerons d'abord chez les Mammifères, puis chez les Sauropsides.

1° *Mammifères.* — Les quatre paires de muscles prémentionnés coexistent presque toujours chez les Mammifères, bien que les temporaux et les masseters se montrent assez souvent confondus en un seul (1).

Quoi qu'il en soit, ces divers muscles nous offrent rarement un égal développement. Il est, d'ailleurs, facile de déterminer par la formule exprimant le nombre des combinaisons de n objets pris r à r :

$$C_n^r = \frac{n(n-1)\ldots(n-r+1)}{1.2.3\ldots r},$$

formule que chacun connaît, les variations que le système des éleveurs peut présenter ; car :

S'ils sont de même force nous aurons :

$$n=4 \quad r=4 \quad C_4^4 = \frac{4.3.2.1}{1.2.3.4} = 1.$$

Si trois sont plus développés que le quatrième :

$$n=4 \quad r=3 \quad C_4^3 = \frac{4.3.2}{1.2.3} = 4.$$

Si deux sont prédominants :

$$n=4 \quad r=2 \quad C_4^2 = \frac{4.3}{1.2} = 6.$$

Enfin, si un seul l'emporte :

$$n=4 \quad r=1 \quad C_4^1 = \frac{4}{1} = 4.$$

(1) ALLEN, HARRISON, *On the Temporal and Masseter Muscles of Mammals* (PROC. ACAD. NAT. SC. PHILADELPHIA, 1880, p. 385) ; ELLIOTT COUES, *On the Osteology and Myology of* Didelphys virginiana (MEM. BOSTON SOC. NAT. HIST., 1872, p. 92).

Soit, en tout :

$$V = C_4^1 + C_4^2 + C_4^3 + C_4^4 = 4 + 6 + 4 + 1 = 15.$$

Le système des éleveurs de la mandibule est donc susceptible d'avoir, en ne s'occupant que des muscles les plus puissants et en supposant que ceux-ci soient équivalents entre eux, quinze aspects différents. Dès lors, on comprendra qu'il nous est impossible, sans trop nous écarter du but que nous avons en vue, d'entrer dans la description de ces quinze systèmes. Encore moins chercherons-nous s'ils sont réalisés, ou non, chez les Mammifères. Pour l'intelligence de ce qui va suivre, nous nous bornerons à en considérer deux du groupe C_4^2.

C_4^2. *Le temporal et le masseter sont les plus puissants; les ptérygoïdiens sont faibles et à peine distincts l'un de l'autre* (1).

Les modifications correspondantes du crâne sont :

a) Forte crête sagittale;

b) Apophyse coronoïde de la mandibule longue et massive;

c) Fosse temporale énorme;

d) Arcade zygomatique haute et franchement recourbée;

e) Fosse massetérienne profonde ;

f) Ptérygoïdiens affectant la forme de stylets très grêles.

C_4^2. *Temporaux faibles. Masseters plus volumineux, mais incomparablement inférieurs à ceux du précédent. Ptérygoïdiens bien développés* (2).

Les modifications correspondantes du crâne sont :

a) Pas de crête sagittale;

b) Apophyse coronoïde de la mandibule fort grêle;

c) Fosse temporale petite;

d) Arcade zygomatique très mince et presque droite;

e) Des rugosités, mais pas de fosse massetérienne;

f) Ptérygoïdiens affectant la forme de hautes lames osseuses.

Nous rencontrons le premier de ces deux types dans l'ordre des *Carnivores;* le second existe chez les Ongulés actuels en général, surtout chez les *Ruminants*. Celui-là appartient donc aux *Carnassiers;* celui-ci aux *Herbivores,* ou mieux aux *Graminivores* suivant l'expression proposée par W. Kowalevsky (3);

(1) R. OWEN, *Anatomy of Vertebrates,* t. III, p. 49.

(2) R. OWEN, *Anatomy of Vertebrates,* t. III, p. 48.

(3) W. KOWALEVSKY, *Anthracotherium,* p. 274.

2° *Sauropsides.* — Passant aux Sauropsides, nous notons d'abord que la fusion du temporal et du masseter est la règle (1). La totalité des variations du système des éleveurs, dans les mêmes conditions que plus haut, serait, par conséquent :

$$n = 3 \quad r = 3 \quad C_3^3 = \frac{3 \cdot 2 \cdot 1}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 1$$

$$n = 3 \quad r = 2 \quad C_3^2 = \frac{3 \cdot 2}{1 \cdot 2} = 3$$

$$n = 3 \quad r = 1 \quad C_3^1 = \frac{3}{1} = 3$$

En tout : 7

Nous en choisirons deux du groupe C_3^1.

C_3^1. *Temporaux prédominants* (2).

Les modifications correspondantes du crâne sont :

a) Forte crête sagittale :

b) Apophyse coronoïde de la mandibule bien développée ;

c) Fosses supratemporales largement ouvertes ;

d) Ptérygoïdiens faibles se présentant sous l'aspect de lames minces et sensiblement *parallèles* au plan médian du crâne. Leur apophyse quadratique (3) reste membraneuse.

e) Pas de fontanelle mandibulaire.

C_3^1. *Ptérygoïdiens internes prédominants.*

Les modifications correspondantes du crâne sont :

a) Pas de crête sagittale ;

b) Pas d'apophyse coronoïde à la mandibule ;

c) Fosses supra-temporales fermées ;

d) Ptérygoïdiens se présentant sous l'aspect de larges lames *perpendiculaires* au plan médian du crâne et formant elles-mêmes un plan incliné par rapport au plan alvéolaire supérieur ;

e) Une fontanelle mandibulaire.

Le premier de ces deux types s'observe, plus ou moins accusé, chez les *Lacertiliens ;* le second, chez les *Crocodiliens.*

(1) R. Owen, *Anatomy of Vertebrates*, t. I, pp. 223 et 235 ; t. II, p. 93 ; St-George Mivart, *On the Myology of* Iguana tuberculata (Proc. Zool. Soc. London, 1867, p. 768) ; A. Sanders, *On the Myology of* Platydactylus japonicus (Ibid., 1870, p. 414) ; St-George Mivart, *On the Myology of* Chamaeleon parsonii (Ibid., p. 851).

(2) Il est entendu que, dans ces descriptions, nous prenons toujours le type le mieux caractérisé. Tels sont, pour les Sauropsides, le Caméléon et l'Alligator.

(3) L. Dollo, *Quatrième Note*, etc., p. 238.

Revenons maintenant aux Dinosauriens et comparons le crâne de l'*Iguanodon* à celui du *Ceratosaurus*, nous aurons (1) :

IGUANODON.	CERATOSAURUS.
a) Une crête sagittale. *b*) Forte apophyse coronoïde à la mandibule. *c*) Fosses supra-temporales largement ouvertes. *d*) Ptérygoïdiens se présentant sous l'aspect de lames minces et parallèles au plan médian du crâne (1). *e*) Pas de fontanelle mandibulaire.	*a*) Pas de crête sagittale. *b*) Pas d'apophyse coronoïde à la mandibule. *c*) Fosses supra-temporales presque fermées. *d*) Ptérygoïdiens très larges, s'étendant bien loin en avant et appliqués postérieurement sur la face interne du quadratum (1). *e*) Une fontanelle mandibulaire.
(1) L. DOLLO, *Quatrième Note*, etc..., p. 239.	(1) O. C. MARSH, *Theropoda*, p. 332.

En d'autres termes :

Les éleveurs de la mandibule constituaient, chez l'*Iguanodon*, un système assez analogue à celui des Lacertiliens. Chez le *Ceratosaurus*, au contraire, ils se rapprochaient davantage de ceux des Crocodiliens. L'*Iguanodon* mâchait donc surtout à l'aide de ses muscles temporaux, tandis que le *Ceratosaurus* se servait principalement de ses muscles ptérygoïdiens.

Mais l'*Iguanodon* est un herbivore, le *Ceratosaurus* un carnivore. Par conséquent, si l'on se reporte à ce que nous avons dit des Mammifères, on voit que : Un grand nombre de Dinosauriens botanophages utilisaient, dans l'acte de la mastication, les mêmes muscles qui sont presque uniquement développés chez les Mammifères carnassiers et réciproquement.

D'où cela vient-il ? Nous allons essayer de le montrer.

Et d'abord, il semble évident qu'un système d'éleveurs, dans lequel un muscle est prédominant, doit représenter une spécialisation et l'on serait tenté de supposer que, primitivement, les temporaux et les ptérygoïdiens avaient une influence égale. Qu'il en ait été ainsi chez les Proamniotes, c'est une chose dont je ne sais

(1) *Diclonius* se conduit en général comme *Iguanodon* et *Diplodocus* comme *Ceratosaurus*.

rien et que je ne veux pas discuter. Toutefois, en ce qui concerne les Amniotes, notamment les Mammifères et les Sauropsides, il paraît certain que les formes où les muscles temporaux sont les plus forts sont des formes peu modifiées (à l'égard des éleveurs de la mandibule, cela va de soi). Inversement, les types où les muscles ptérygoïdiens ont le dessus sont des types très éloignés de la souche du groupe auquel ils appartiennent. Ceci n'est point de nature à nous surprendre, d'ailleurs; car, si nous considérons les Vertébrés inférieurs, nous constatons que le rôle de la dentition a été, en principe, bien plus un rôle de préhension et de découpage que de mastication véritable. Il ne s'agit là, en réalité, que d'un mouvement vertical des mâchoires. Dès lors, quels muscles auraient été plus propres à accomplir cette fonction que les muscles temporaux?

Comment n'ont-ils pas conservé cette position prépondérante, demandera-t-on? Pour des motifs largement différents suivant qu'on s'adresse aux Sauropsides ou aux Mammifères. Commençons par les derniers.

I. MAMMIFÈRES. — La mastication s'exécute chez eux de deux manières :

1° Par *broiement,* ou mouvement vertical des mâchoires.

Tels sont les Omnivores;

2° Par *trituration,* ou mouvement horizontal des mâchoires.

Tels sont les Ruminants et les Rongeurs.

La trituration est, en outre, susceptible d'être faite, soit par mouvement latéral, soit par mouvement antéro-postérieur. Dans le premier cas, nous avons les Ruminants; dans le second, les Rongeurs.

Pour passer de la préhension et du découpage primordiaux au broiement, point n'est besoin de transformation du système des éleveurs de la mandibule, comme on le comprend aisément. Aussi trouvons-nous, chez *tous* les anciens Ongulés, qui étaient omnivores, une structure osseuse indiquant de puissants muscles temporaux (1). Il faut voir la magnifique crête sagittale qui surmonte le crâne de l'*Anoplotherium* (2), ce pseudo-Ruminant (3), malgré

(1) W. KOWALEVSKY, *Entelodon,* p. 433.

(2) G. CUVIER, *Ossements fossiles,* pl. CXXXVIII, fig. 1 et 2. Paris, 1836.

(3) Pseudo-Ruminant et Pseudo-Cochon sont des expressions qui nous paraissent commodes et faciles à saisir pour indiquer que l'*Anoplotherium* et l'*Entelodon* sont des Paridigités : le premier, Sélénodonte inadaptif; le second, Bunodonte inadaptif. Sur ces derniers termes, voir : W. KOWALEVSKY, *On the Osteology of the Hyopotamidæ* (ANNALS AND MAGAZINE OF NATURAL HISTORY, 1873, t. XII, 4e série, p. 164).

son didactylisme. Et celle qui orne la tête de l'*Entelodon*, le pseudocochon également didactyle.

Mais voici venir, avec la fin de l'époque éocène, le grand développement des Graminées (de Saporta et Marion) et nos Omnivores — au moins ceux qui ne se sont pas trop spécialisés, car les autres (*Anoplotherium*, *Entelodon*, etc.), se sont éteints sans laisser de descendance — vont se métamorphoser en Graminivores. Limitant la question aux muscles éleveurs de la mandibule, nous voyons graduellement, en même temps que la transformation du régime alimentaire, les temporaux s'affaiblir et les ptérygoïdiens se substituer à eux comme agents principaux de la mastication. De son côté, l'apparition des cornes, qui eut lieu un peu plus tard, et ses conséquences telles que l'extension des frontaux jusqu'au sus-occipital, par-dessus les pariétaux (1), nous semblent encore une circonstance favorable à la décadence des muscles temporaux.

En résumé, pour ce qui touche aux Ongulés, il résulte des travaux de W. Kowalevsky que l'avènement des Graminées a amené, par suite du changement de nourriture, une prédominance des muscles ptérygoïdiens sur les muscles temporaux.

Je dois ajouter que j'ai noté des faits analogues pour les *Siréniens*. Les choses sont surtout sensibles quand on compare le Dugong et l'*Halitherium* (2). Ces modifications correspondent, comme chez les Ongulés, à une évolution d'Acémentodontes en Cémentodontes (3).

II. Sauropsides. — La raison, pour laquelle les muscles ptérygoïdiens ont le pas sur les muscles temporaux dans les Crocodiliens, n'a rien à faire avec la nutrition.

Si on place côte à côte un Téléosaurien et un Crocodilien actuel, on remarque que (4) :

1° Le Téléosaurien a des crêtes temporales très étendues, formant presque une crête sagittale, crêtes temporales qui manquent totalement au Crocodilien ;

2° Le Téléosaurien possède d'énormes fosses superatemporales qui sont presque, ou tout à fait, oblitérées chez le Crocodilien ;

(1) Rütimeyer, *Monographie des Genus* Bos, *Linné* in W. Kowalevsky, *Entelodon*, p. 431.

(2) G. R. Lepsius, Halitherium Schinzi, *die fossile Sirene des Mainzer Beckens*, p. 120, pl. IX, fig. 92 et 93. Darmstadt, 1882.

(3) G. R. Lepsius, *Halitherium Schinzi*, p. 198.

(4) E. E. Deslongchamps, *Notes paléontologiques*, pl. XIV, fig. 1 et 2 (*Steneosaurus larteti*). Paris et Caen, 1863-69.

3° Le Téléosaurien a des ptérygoïdiens fort étroits, tandis que les mêmes os sont extrêmement larges chez le Crocodilien.

D'où l'on conclut que les muscles temporaux étaient prépondérants chez le Téléosaurien, pendant que les muscles ptérygoïdiens dominent chez le Crocodilien actuel. D'où vient la transformation?

Les Téléosauriens sont Mesosuchia (1); les Crocodiliens actuels, Eusuchia. Dans l'évolution des premiers vers les seconds, les os ptérygoïdiens, afin de reculer autant que possible les choanes vers l'occiput (2), se sont étendus en lames d'une grande surface. Celles-ci ont offert, par contre-coup, des conditions exceptionnellement favorables au développement des muscles ptérygoïdiens, qui en ont profité pour acquérir un volume considérable. Inversement, les muscles temporaux, n'ayant plus, pour se loger, un espace aussi vaste, ni, d'autre part, un travail aussi important à effectuer, les muscles temporaux, disons-nous, sont devenus plus faibles. Enfin, la voûte crânienne, en vue de protéger une oreille moyenne de plus en plus compliquée et envoyant des prolongements dans tous les sens, s'est resserrée et l'origine des muscles temporaux, qui nous est donnée par le contour des fosses supratemporales, a été réduite à des dimensions dérisoires.

Par conséquent, chez les Crocodiliens, c'est la transformation des Mesosuchia en Eusuchia qui a amené la prédominance des muscles ptérygoïdiens sur les muscles temporaux.

Après ce qui précède, il semble acquis que, chez les Mammifères comme chez les Sauropsides, des ptérygoïdiens prépondérants sont l'indice d'une spécialisation des muscles éleveurs de la mandibule. Appliquons ceci aux Dinosauriens. *Iguanodon* et *Diclonius* seraient des formes peu modifiées (toujours en ce qui concerne les éleveurs de la mandibule, bien entendu); *Ceratosaurus* et *Diplodocus* des types spécialisés. Pour ce dernier il est même possible, croyons-nous, d'indiquer la cause de cette spécialisation.

Et d'abord, *Diplodocus* a des narines, qui, par leur situation, rappellent les évents des Cétacés. Or, comment ceux-ci sont-ils arrivés à occuper le sommet de la tête? Par une concentration de la région post-nariale du crâne. En effet, ainsi qu'il résulte des

(1) T. H. Huxley, *On* Stagonolepis Robertsoni, *and on the Evolution of the Crocodilia* (Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1875, p. 423).

(2) R. Owen, *On the influence of the Advent of a higher form of Life in modifying the structure of an older and lower form* (Ibid., 1878, p. 421).

recherches de M. P. J. Van Beneden (1), on peut établir le curieux parallèle suivant :

Mystacocètes.	
Miocènes.	*Actuels.*
1. Crâne étroit et allongé. 2. Os du nez longs, étroits et plats. 3. Distance entre le frontal et le sus-occipital, au sommet de la tête, considérable.	1. Crâne relativement court et large. 2. Os du nez courts, larges et convexes. 3. Distance entre le frontal et le sus-occipital, au sommet de la tête, presque nulle.

Il s'est donc produit un rétrécissement de toute la partie placée en arrière des évents (2).

Comparons à présent les crânes de l'*Iguanodon* (3) et du *Diplodocus,* nous aurons :

Iguanodon.	Diplodocus.
1. Région post-nariale formant environ trois fois la région nario-prénariale du crâne. 2. Os du nez longs et étroits. 3. Frontaux et pariétaux distincts. 4. Fosses temporales (spécialement la fosse supra-temporale) largement ouvertes.	1. Région post-nariale formant environ un tiers de la région nario-prénariale du crâne. 2. Os du nez courts et larges. 3. Frontaux et pariétaux synostosés. 4. Fosses temporales (spécialement la fosse supra-temporale) très étroites.

(1) P. Gervais et P. J. Van Beneden, *Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles,* p. 270. Paris, 1880; W. H. Flower, *On Whales, past and present, and their probable origin* (The Nature, 1883, July 5, p. 229).

(2) C'est ce que confirme, d'ailleurs, l'embryogénie : « Eschricht has described, with much care, the changes which the skulls of the *Balænoidea* undergo in passing from the fœtal to the adult condition, justly remarking that the skull of even a large fœtus is more different from that of the adult, than the skulls of distinct species of the same genus of Whales are from one another ».

« ... so that, at length, in that region which, in the youngest fœtus, was covered only by the interparietal, three bones — the interparietal, parietal and supraoccipital — are superimposed. » (T. H. Huxley, *Lectures,* etc., pp. 275 et 276.)

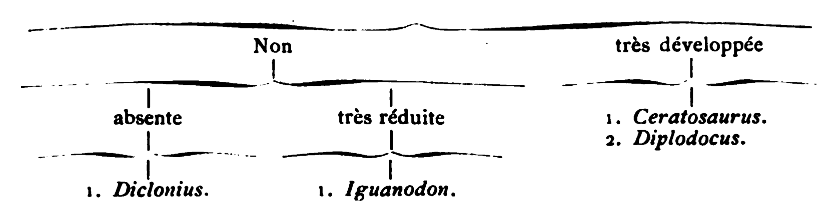
(3) *I. bernissartensis,* Blgr.

Par conséquent, chez les Dinosauriens, de même que chez les Cétacés, la transformation des narines primitives terminales ou subterminales en évents a eu lieu par une concentration de la région post-nariale du crâne. Mais cette concentration a eu pour conséquence, au moins chez les premiers, la réduction des fosses temporales, et celle-ci a entraîné l'affaiblissement des muscles temporaux. D'un autre côté, les os ptérygoïdiens ont pris un développement assez considérable puisque M. Marsh nous dit qu'ils forment « a broad, flat plate (1) ». On est donc fondé à admettre, surtout si l'on tient compte de la structure de la mandibule, que les muscles ptérygoïdiens étaient prépondérants chez le *Diplodocus* et qu'ils doivent cette prépondérance à la métamorphose des narines en évents.

Avec ces préliminaires, nous sommes maintenant à même d'expliquer les concordances (Fosses supra-temporales presque fermées, absence d'apophyse coronoïde à la mandibule, os ptérygoïdiens larges et plats, etc....) existant entre *Ceratosaurus* et *Diplodocus*, concordances qui les séparent d'*Iguanodon* et de *Diclonius*. Elles proviennent simplement de ce que, chez ceux-ci, les muscles éleveurs de la mandibule ont conservé une forme relativement primitive, tandis que, chez ceux-là, ils se sont fortement spécialisés.

Un point reste pourtant. Je veux parler de la fosse prélacrymale (2). La répartition, dans les quatre genres, dont nous nous occupons, se fait comme suit :

FOSSE PRÉLACRYMALE.



(1) O. C. Marsh, *Diplodocidæ*, p. 164.

(2) M. Marsh l'appelle « *autorbital foramen* » (*Diplodocidæ*, p. 161) et nous dit qu'elle existe seulement chez les *Sauropoda* et les *Theropoda* (*Theropoda*, p. 330). Cependant M. Huxley a signalé sa présence chez l'*Hypsilophodon* [T. H. Huxley, *On* Hypsilophodon Foxii, *a new Dinosaurian from the Wealden of the Isle of Wight* (Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1870, p. 6, pl. I, fig. 1, *a*)] et je l'ai notée aussi, quoique très réduite, chez l'*Iguanodon* (L. Dollo, *Quatrième Note*, etc., p. 240, pl. IX, fig. 1, *i*).

Quel sens faut-il accorder à cette fosse prélacrymale? Comme c'est chez les Ptérosauriens et les Oiseaux qu'elle fut connue d'abord, quelques auteurs ont supposé que c'était une disposition tendant à rendre le crâne plus léger, plus délicat. Si c'était là son unique but, je ne saurais guère comprendre sa présence chez le *Ceratosaurus*. Ce dernier demande plutôt, en effet, un crâne solide, massif :

1° Pour résister aux actions énergiques, qui devaient s'exercer sur les mâchoires de ce puissant carnivore;

2° Pour supporter le poids de la corne, qui surmontait son nez.

Dès lors, n'y aurait-il pas lieu de rechercher si la grande extension de la fosse prémentionnée n'a rien à faire avec le développement des muscles ptérygoïdiens? Et, en réalité, nous voyons que :

1° Parmi les quatre Dinosauriens considérés, elle est faible ou nulle, quand les muscles ptérygoïdiens sont faibles. Elle est large, au contraire, lorsque lesdits muscles sont prédominants;

2° D'après M. le Professeur Wiedersheim (1), dont je puis confirmer l'assertion, une dissection m'ayant démontré l'exactitude de son observation, les muscles ptérygoïdiens s'insèrent, chez les Oiseaux, sur le bord antérieur de la fosse prélacrymale. Serait-il impossible que, dans le cas où les muscles susnommés acquièrent un volume remarquable, ils cherchent un appui supplémentaire sur le maxillaire, comme le masseter chez les Rongeurs, la fosse prélacrymale s'élargissant, de même que le trou infraorbitaire, pour leur livrer passage? L'examen du bord antérieur de la fosse prélacrymale de *Ceratosaurus* et de *Diplodocus* serait peut-être instructif à cet égard.

Je suis heureux, en terminant, de pouvoir remercier mon excellent ami, M. P. Pelseneer, Docteur en sciences naturelles, qui a bien voulu faire pour moi plusieurs préparations ou croquis. Je prie également M. le Professeur Albrecht d'agréer l'expression de ma profonde gratitude pour l'obligeance qu'il a eue de me prêter les bois imprimés dans le texte de ce travail.

(1) R. Wiedersheim, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie*, t. I, p. 265. Jena, 1882.



PLANCHE VI.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

Signes communs à toutes les figures :

a Foramen sus-maxillaire.
b Fosse prélacrymale.
c Narines externes.
d Orbite.
e Fosse supra-temporale.
f — latéro-temporale.
g Crête sagittale.
h Apophyse coronoïde de la mandibule.
i Muscle temporal.
k — ptérygoïdien interne.
l — ptérygoïdien externe.
m Fontanelle mandibulaire.
n — naso-préfrontale.
o Foramen pariétal.
p — magnum.
q Masseter.
r Faisceau de fibres traversant le trou infraorbitaire.
s Lame de la neurapophyse gauche du Proatlas.
t Postzygapophyse gauche du Proatlas articulant avec la prézygapophyse gauche de l'Atlas.
u Neurapophyse gauche de l'Atlas.
v — droite —
x Postzygapophyse gauche de l'Atlas.
y — droite —
z Pseudo-centre de l'Atlas.
a' Lame de la neurapophyse droite du Proatlas.
b' Postzygapophyse droite du Proatlas.
c' Échancrure destinée à la sortie du 1er nerf cervical (*n. suboccipitalis*, Winslow).
d' Trou pour la sortie du second nerf cervical.
e' Hypapophyse atlanto-axoïdienne.
f' — entre l'axis et la 3e vertèbre cerv.
g' — entre la 3e — 4e —
h' — — 4e — 5e —
i' — — 5e — 6e —
k' Diapophyse gauche de la 4e vertèbre cervicale.
l' Tête de la 4e côte cervicale gauche.
m' Tubercule rudimentaire de la 4e côte cervicale gauche.
n' Capitulo-tuberculum de la 5e côte cervicale gauche.
o' Paradiapophyse de la 5e vertèbre cervicale.
p' Diapophyse gauche de l'Atlas.
V_0 Proatlas.
V_1 Atlas.
V_2 Axis.
V_3 3e vertèbre cervicale.
V_4 4e —
V_5 5e —

Fig. 1. — Profil gauche d'un crâne de *Diplodocus* (d'après M. Marsh). Échelle : 1/6.

Fig. 2. — Profil gauche d'un crâne de *Diclonius* (d'après M. Cope). Échelle : 1/10.

Fig. 3. — Profil gauche d'un crâne d'*Iguanodon Mantelli*. Échelle approximative : 1/5.

Fig. 4. — Profil gauche d'un crâne de Caméléon avec les muscles éleveurs de la mandibule.

Fig. 5. — Profil gauche d'un crâne d'Alligator avec les muscles éleveurs de la mandibule.

Fig. 6. — Profil gauche d'un crâne de *Ceratosaurus* (d'après M. Marsh). Échelle : 1/6.

Fig. 7. — Vue de dessus d'un crâne de Caméléon avec les muscles éleveurs de la mandibule.

Fig. 8. — Vue occipitale d'un crâne de Caméléon avec les muscles éleveurs de la mandibule.

Fig. 9. — Vue occipitale d'un crâne d'Alligator avec les musclus éleveurs de la mandibule.

Fig. 10. — Vue de dessus d'un crâne d'Alligator avec les muscles éleveurs de la mandibule.

Fig. 11. — Profil gauche de l'Atlas et du Proatlas de l'*Iguanodon Mantelli*, Ow. Échelle : 1/1.

Fig. 12. — Profil gauche d'un crâne d'*Hystrix cristatus*, pour montrer le faisceau de fibres du masseter qui traverse le trou infraorbitaire (en partie d'après M. Flower).

Fig. 13. — Profil gauche du Proatlas et des 5 premières vertèbres cervicales d'*Hatteria punctata*, Gray (d'après M. Albrecht). Échelle : 5/1.

Fig. 14. — Vue dorsale du Proatlas et de l'Atlas de l'*Iguanodon Mantelli*, Ow. Échelle : 1/1.

Fig. 15. — Vue de dessus d'un crâne de *Diplodocus* (d'après M. Marsh). Échelle : 1/6.

Fig. 16. — Vue de dessus d'un crâne de *Ceratosaurus* (d'après M. Marsh). Échelle : 1/6.

Fig. 17. — Vue de dessus d'un crâne de *Diclonius* (d'après M. Cope). Échelle : 1/10.

Fig. 18. — Vue de dessus d'un crâne d'*Iguanodon Mantelli*, Ow. Échelle approximative : 1/5.



Fig. 15.
a
b
c d f
o
e
Fig. 16.
b
c
d
e
f
Fig. 17.
c
d
e f g
k
Fig. 18.
c
e g

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

Signes communs à toutes les figures :

a Foramen sus-maxillaire.
b Fosse prélacrymale.
c Narines externes.
d Orbite.
e Fosse supra-temporale.
f — latéro-temporale.
g Crête sagittale.
h Apophyse coronoïde de la mandibule.
i Muscle temporal.
k — ptérygoïdien interne.
l — ptérygoïdien externe.
m Fontanelle mandibulaire.
n — naso-préfrontale.
o Foramen pariétal.
p — magnum.
q Masseter.
r Faisceau de fibres traversant le trou infraorbitaire.
s Lame de la neurapophyse gauche du Proatlas.
t Postzygapophyse gauche du Proatlas articulant avec la prézygapophyse gauche de l'Atlas.
u Neurapophyse gauche de l'Atlas.
v — droite —
x Postzygapophyse gauche de l'Atlas.
y — droite —
z Pseudo-centre de l'Atlas.
a' Lame de la neurapophyse droite du Proatlas.
b' Postzygapophyse droite du Proatlas.
c' Échancrure destinée à la sortie du 1er nerf cervical (*n. suboccipitalis*, Winslow).
d' Trou pour la sortie du second nerf cervical.
e' Hypapophyse atlanto-axoïdienne.
f' — entre l'axis et la 3e vertèbre cerv.
g' — entre la 3e — 4e —
h' — — 4e — 5e —
i' — — 5e — 6e —
k' Diapophyse gauche de la 4e vertèbre cervicale.
l' Tête de la 4e côte cervicale gauche.
m' Tubercule rudimentaire de la 4e côte cervicale gauche.
n' Capitulo-tuberculum de la 5e côte cervicale gauche.
o' Paradiapophyse de la 5e vertèbre cervicale.
p' Diapophyse gauche de l'Atlas.
V_0 Proatlas.
V_1 Atlas.
V_2 Axis.
V_3 3e vertèbre cervicale.
V_4 4e —
V_5 5e —

FIG. 1. — Profil gauche d'un crâne de *Diplodocus* (d'après M. Marsh). Échelle : 1/6.

FIG. 2. — Profil gauche d'un crâne de *Diclonius* (d'après M. Cope). Échelle : 1/10.

FIG. 3. — Profil gauche d'un crâne d'*Iguanodon Mantelli*. Échelle approximative : 1/5.

FIG. 4. — Profil gauche d'un crâne de Caméléon avec les muscles éleveurs de la mandibule.

FIG. 5. — Profil gauche d'un crâne d'Alligator avec les muscles éleveurs de la mandibule.

FIG. 6. — Profil gauche d'un crâne de *Ceratosaurus* (d'après M. Marsh). Échelle : 1/6.

FIG. 7. — Vue de dessus d'un crâne de Caméléon avec les muscles éleveurs de la mandibule.

FIG. 8. — Vue occipitale d'un crâne de Caméléon avec les muscles éleveurs de la mandibule.

FIG. 9. — Vue occipitale d'un crâne d'Alligator avec les musclus éleveurs de la mandibule.

FIG. 10. — Vue de dessus d'un crâne d'Alligator avec les muscles éleveurs de la mandibule.

FIG. 11. — Profil gauche de l'Atlas et du Proatlas de l'*Iguanodon Mantelli*, Ow. Échelle : 1/8.

FIG. 12. — Profil gauche d'un crâne d'*Hystrix cristatus*, pour montrer le faisceau de fibres du masseter qui traverse le trou infraorbitaire (en partie d'après M. Flower).

FIG. 13. — Profil gauche du Proatlas et des 5 premières vertèbres cervicales d'*Hatteria punctata*, Gray (d'après M. Albrecht). Échelle : 5/1.

FIG. 14. — Vue dorsale du Proatlas et de l'Atlas de l'*Iguanodon Mantelli*, Ow. Échelle : 1/8.

FIG. 15. — Vue de dessus d'un crâne de *Diplodocus* (d'après M. Marsh). Échelle : 1/6.

FIG. 16. — Vue de dessus d'un crâne de *Ceratosaurus* (d'après M. Marsh). Échelle : 1/6.

FIG. 17. — Vue de dessus d'un crâne de *Diclonius* (d'après M. Cope). Échelle : 1/10.

FIG. 18. — Vue de dessus d'un crâne d'*Iguanodon Mantelli*, Ow. Échelle approximative : 1/5.

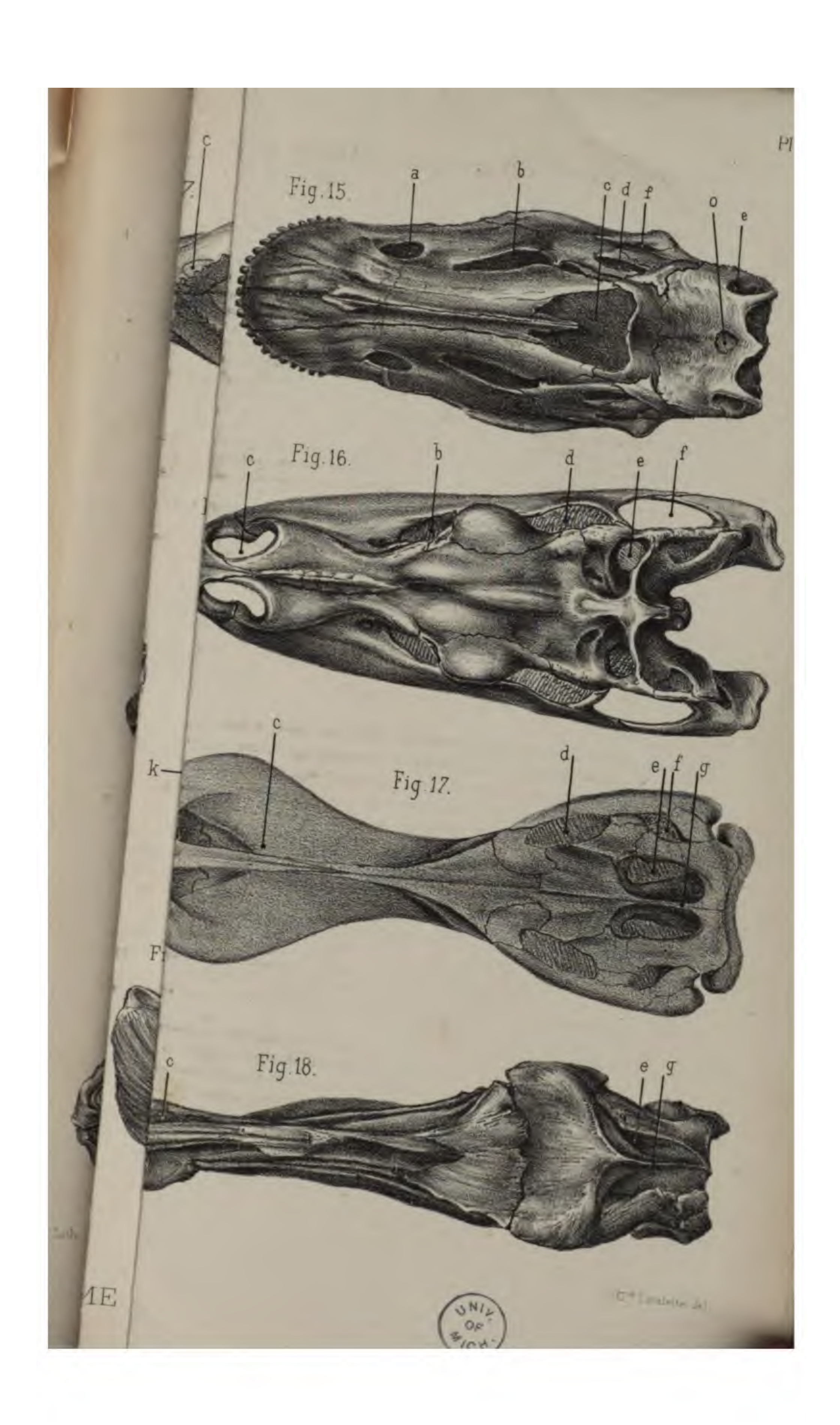

Fig. 15.
a
b
c
d
f
o
e
Fig. 16.
c
b
d
e
f
Fig. 17.
c
k
d
e
f
g
Fig. 18.
c
e
g

PLANCHE VII.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII.

Iguanodon Mantelli, Owen. (Individu T de la série du Musée.) — **Restauration** et montage de M. L. F. De Pauw, Contrôleur des ateliers. — **Échelle approximative** : $^1/_{20}$.

PREMIÈRE NOTE SUR LE SIMŒDOSAURIEN D'ERQUELINNES;

PAR

M. L. DOLLO,

Ingénieur, Aide-naturaliste au Musée.

Le 26 décembre 1876, M. le professeur E. D. Cope présentait, à l'Académie des sciences naturelles de Philadelphie, un travail (1) dans lequel il décrivait, entre autres fossiles, un Reptile nouveau qu'il proposait de nommer *Champsosaurus*. Les restes de cet animal consistaient essentiellement en vertèbres et en côtes et le savant naturaliste américain y distinguait quatre espèces. Il insistait sur les rapports et différences du *Champsosaurus* avec *Hatteria* et suggérait qu'il conviendrait de le classer dans un sous-ordre spécial des *Rhynchocephalia :* les *Choristodera.*

L'année suivante (1877), au mois de février, Paul Gervais décrivit de nouveau (2) le *Champsosaurus,* d'après des matériaux à lui confiés par M. le professeur Lemoine, mais comme un type inédit, auquel il attribua l'épithète de *Simœdosaurus*. Il lui parut que les plus proches parents de son Simœdosaure étaient les Simosauriens de la période triasique.

Cependant, on ne connaissait toujours que des vertèbres, lorsque M. le professeur Lemoine annonça (1880), dans une communication à l'Association française pour l'avancement des sciences (3), qu'il possédait un spécimen presque entier. Il ajouta que le quadratum s'y montrait libre, que l'insertion des dents était pleurodonte et que les membres, intermédiaires entre ceux des Crocodiliens

(1) E. D. Cope, *On some extinct Reptiles and Batrachia from the Judith River and Fox hills beds of Montana* (Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, 1876, p. 348).

(2) P. Gervais, *Énumération de quelques ossements d'animaux vertébrés recueillis aux environs de Reims par M. Lemoine* (Journal de Zoologie, 1877, p. 75).

(3) V. Lemoine, *Communication sur les ossements fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims* (Assoc. franç. p. l'avanc. d. Sciences, Congrès de Montpellier, 1880, p. 15 du tiré à part).

et des Lacertiliens, indiquaient un animal aquatique. Enfin, M. Lemoine était d'avis qu'il y avait lieu de ranger le Simœdosaure près des Geckos de la nature actuelle.

Les choses en restèrent là jusqu'en 1883, époque à laquelle M. Cope, qui avait eu l'occasion de visiter la collection de M. Lemoine en 1878, identifia (1) son *Champsosaurus* avec le *Simœdosaurus* de Paul Gervais. Cette identification, qui, autant que je puis en juger par les descriptions préliminaires de M. Cope, me semble parfaitement justifiée, fait rentrer définitivement l'appellation générique *Simœdosaurus* dans la synonymie.

D'un autre côté, quelque temps auparavant, le Musée royal d'histoire naturelle de Belgique avait acquis un squelette assez complet de Reptile provenant du landenien inférieur d'Erquelinnes (éocène inférieur) (2). Ce squelette, que je fus chargé d'étudier, me parut correspondre exactement au *Champsosaurus,* Cope, alias *Simœdosaurus,* P. Gervais. Envoyé, un peu plus tard, à Reims, par la Direction du Musée, pour y comparer nos Vertébrés éocènes avec ceux recueillis par M. Lemoine, je ne tardai pas à me convaincre de l'exactitude de mon interprétation (3). Je communiquai alors à l'éminent paléontologiste français mon intention d'écrire un mémoire sur le *Champsosaurus.* Il me répondit que la même idée le poursuivait depuis plusieurs années, mais qu'il hésitait toujours à cause de la tête, dont Paul Gervais avait publié divers fragments comme caractérisant une espèce nouvelle du genre *Lepidosteus :* le *Lepidosteus Suessoniensis.* Je le rassurai en lui disant que nous possédions notamment une fort belle mandibule appartenant sans nul doute au même animal que les vertèbres, c'est-à-dire au *Champsosaurus.* Nous convînmes ensuite que nos travaux paraîtraient séparément et que celui du professeur Lemoine passerait d'abord, ce qui fut fait. Avant d'aller plus loin, je désire placer ici une petite observation. M. Lemoine ne parle pas, dans les notices postérieures

(1) E. D. Cope, *The Puerco Fauna in France* (American Naturalist, Août 1883, p. 869).

(2) A. Rutot, *Sur la position stratigraphique des restes de Mammifères terrestres recueillis dans les couches de l'éocène de Belgique* (Bull. Acad. Roy. Belg., 1881, 3e série, t. I, no 4, pp. 31 et 34); L. Dollo, *Note sur la présence du* Gastornis Edwardsii, *Lemoine, dans l'assise inférieure de l'étage landenien, à Mesvin, près Mons* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., t. II, p. 304).

(3) Je suis heureux de pouvoir offrir ici mes meilleurs remercîments à M. le professeur Lemoine pour l'obligeance avec laquelle il me permit d'étudier ses riches matériaux.

à notre entrevue (1), de ses hésitations relativement à la tête. Je crois donc équitable de revendiquer, non point pour moi, car il n'y a aucun mérite personnel à cela, mais pour le Musée de Bruxelles, l'honneur d'avoir fourni, le premier, des données certaines sur le crâne du *Champsosaurus*. Quoi qu'il en soit et bien que le savant rémois nous promette un mémoire encore plus étendu que son dernier travail, nous estimons que celui-ci doit être considéré comme représentant ses vues actuelles sur le Reptile dont nous nous occupons. Je regrette d'être, dès maintenant, forcé de déclarer que mes recherches me conduisent à des résultats assez différents de ceux exposés dans l'*Étude sur les caractères génériques,* etc. (*loc. cit.*). Tenant essentiellement à limiter la discussion aux points qu'il est impossible d'éviter, je n'insisterai pas, en ce moment, sur nos divergences, d'autant plus que je me trouverai dans la nécessité d'y revenir à propos des diverses régions du squelette.

En ce qui concerne les affinités du *Champsosaurus,* M. Lemoine, tout en conservant les connexions avec les Geckos, ajoute, à ces derniers, les Simosaures, les Plésiosaures et *Hatteria.*

Enfin, dans un compte rendu de la publication du professeur Lemoine (2), M. E. D. Cope propose de faire rentrer les *Choristodera*, toujours avec la valeur taxonomique d'un sous-ordre, dans les *Pythonomorpha* (*Mosasauria*). Nous verrons bientôt ce qu'il faut penser de cette appréciation.

Poursuivant, dans cette communication préliminaire, le plan que j'ai adopté pour mes autres notes paléontologiques, je traiterai successivement les sujets suivants :

1° Systématique;

2° Ostéologie.

(1) V. Lemoine, *Du* Simœdosaure, *reptile de la faune cernaysienne des environs de Reims* [Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris (17 mars 1884)]; V. Lemoine, *Sur les os de la tête et sur les diverses espèces du* Simœdosaure, *reptile de la faune cernaysienne des environs de Reims* [Ibid. (21 avril 1884)]; Idem, *Étude sur les caractères génériques du* Simœdosaure, *reptile nouveau de la faune cernaysienne des environs de Reims.* Reims (Matot-Braine), 1884, av. 2 pl.

(2) E. D. Cope, *The Choristodera* (American Naturalist, Août 1884, p. 815).

I.

La première chose, qui s'impose, est évidemment de définir nettement notre animal. Nous commencerons donc par le décrire brièvement, complétant ou rectifiant les diagnoses de MM. Cope et Lemoine, et cela sans nous arrêter aux caractères purement génériques, afin de pouvoir déterminer tout à l'heure sa position dans le système.

CHAMPSOSAURUS, E. D. Cope.

1876. E. D. Cope, *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia* (Champsosaurus).
1877. P. Gervais, *Journal de Zoologie* (Simœdosaurus).
1880. V. Lemoine, *Assoc. franç. p. avanc. d. Sc. Montpellier* (id.).
1883. E D. Cope, *American Naturalist* (Champsosaurus).
1884. L. Dollo, *Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg.* (Simœdosaurus).
1884. V. Lemoine, *Comptes Rendus Acad. Sc. Paris* (id.).
1884. V. Lemoine, *Étude sur les caractères génériques, etc.* (id.).
1884. E. D. Cope, *American Naturalist* (Champsosaurus).

Crâne. — Allongé, « gavialartig » ou longirostre (1). Quadratum fixé, de même que chez les Crocodiliens, les Rhynchocéphaliens, les Chéloniens, etc. Dents implantées dans des alvéoles, mais soudées, par leur base, avec la paroi osseuse qui les soutient. Cavité de la pulpe persistante. Dents réparties sur le prémaxillaire, le maxillaire, le palatin, le ptérygoïdien et la mandibule. Dents de la voûte palatine innombrables, d'une ténuité extrême et disposées sans ordre apparent. Narines externes terminales, comme chez les Crocodiliens. Choanes situées au milieu de la face inférieure du crâne et séparées par une mince cloison dentifère (palatins).

Élément splénial de la mandibule entrant dans la symphyse, qui est remarquablement longue.

Pas d'apophyse coronoïde.

Ainsi que cela a lieu pour *Hatteria* (2) et pour la plupart des Amphisbènes (3), pas de *projection postarticulaire* de la mandibule pour l'insertion du *m. digastricus.*

(1) L. Dollo, *Première Note sur les Crocodiliens de Bernissart* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., t. II, p. 329).

(2) A. Günther, *Contribution to the Anatomy of* Hatteria (Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1867, p. [illegible]).

(3) W. Peters, *Ueber eine neue Art und Gattung der Amphisbænoiden,* etc. (Sitzungsberichte d. k. p. Akademie zu Berlin, 1882, pl. IX, fig. 6).

Colonne vertébrale. — Vertèbres légèrement amphicœles ou biplanes. Côtes cervicales ornithospondyliques (1). Côtes dorsales erpétospondyliques (2). Seulement deux hypapophyses : proatlanto-atlantique (3) et atlanto-axoïdienne. Chevrons intervertébraux. Sacrum de deux vertèbres.

Ceintures. — Ceinture scapulaire constituée par deux omoplates, deux coracoïdes, deux clavicules et une interclavicule.

Ceinture pelvienne composée de deux iliums, deux ischiums, deux pubis; chacun de ces os prenant part à la formation de l'acetabulum.

Sternum. — Proprement dit : plaque impaire, comme chez les Lacertiliens, mais cartilagineuse.

Abdominal : présent et plus ou moins semblable à celui d'*Hatteria.*

Membres. — Fissipèdes (4). Phalanges en général et plus spécialement phalanges unguéales se rapprochant beaucoup de celles des Crocodiliens. Membres antérieurs massifs, mais plus courts que les postérieurs.

Armure dermique. — Nulle.

Gisements.

Nouveau monde.

1. *C. profondus*, Cope. Judith River beds (Crétacé supérieur) (5).
2. *C. annectens*, Cope. Judith River beds (Crétacé supérieur).
3. *C. brevicollis*, Cope. Judith River beds (Crétacé supérieur).
4. *C. vaccinsulensis*, Cope. Judith River beds (Crétacé supérieur).

Ancien monde.

5. *C. Lemoinei*, Gervais. { Éocène inférieur des environs de Reims. Landenien inférieur d'Erquelinnes.
6. *C. Remensis*, Lemoine. Éocène inférieur des environs de Reims.
7. *C. Peronii*, Lemoine. Éocène inférieur des environs de Reims.
8. *C. Suessoniensis*, Gervais. Éocène inférieur des environs de Dormans.

(1) L. Dollo, *Quatrième Note sur les Dinosauriens de Bernissart* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., t. II, p. 245).

(2) T. H. Huxley, *A Manual of the Anatomy of Vertebrated animals*, p. 196. London, 1871.

(3) P. Albrecht, *Note sur le centre du proatlas chez un* Macacus arctoïdes, *I. Geoff.* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. t. II, p. 290).

(4) T. H. Huxley, *A Manual*, etc., p. 413.

(5) ..., these beds would be at the top of the Cretaceous, ... [E. D. Cope, *Vertebrata of the Cretaceous formations of the West* (Rep. U. S. Geol. Survey of the Territories, vol. II, 1875)].

Si l'on compare notre description aux diagnoses de MM. Cope et Lemoine, on remarquera qu'elle confirme simplement, en les étendant néanmoins dans une large mesure, les renseignements fournis par le premier de ces auteurs, tandis qu'elle est à la fois rectificative et complémentaire à l'égard du second. En effet :

1° M. le professeur Lemoine admet que le quadratum est libre et j'annonce qu'il ne l'est pas;

2° Le même naturaliste donne pour composition à la ceinture scapulaire :

α) Deux omoplates;

β) Deux coracoïdes;

pendant que j'y ajoute :

γ) Deux clavicules;

δ) Une interclavicule;

3° Le savant rémois figure le sternum comme constitué par deux pièces paires osseuses et je me range à l'opinion d'une plaque impaire cartilagineuse;

4° Enfin, je signale l'existence d'un sternum abdominal, au sujet duquel M. Lemoine ne dit mot.

Je me réserve de montrer l'exactitude de mes assertions dans la seconde partie de ce travail.

Ceci posé, recherchons à présent, parmi les Sauropsides vivants et fossiles actuellement connus, les plus proches paren.s du *Champsosaurus*. La solution de ce problème nous mettra en mesure de décider s'il convient de placer l'animal d'Erquelinnes dans une famille, un sous-ordre ou un ordre particuliers.

Examinons d'abord s'il ne nous serait point possible d'utiliser une des hypothèses émises par les paléontologistes qui se sont occupés de la question.

I. *Relations avec les Geckos.* [*M. Lemoine.*] — Ces relations ne reposent évidemment que sur l'amphicœlie des vertèbres et ne sauraient être sérieusement défendues, d'autant plus que les *Eublepharidæ* ont des vertèbres procœles (1).

II. *Relations avec les Simosauriens et les Plésiosauriens.* [*Paul Gervais et M. Lemoine.*] — Les points communs sont :

1° Quadratum fixé;

2° Amphicœlie des vertèbres;

(1) G. A. Boulenger, *Synopsis of the families of existing Lacertilia* (Annals and Magazine of Natural History, août 1884).

3° Côtes dorso-lombaires erpétospondyliques;
4° Ceinture scapulaire formée de (*Nothosaurus*) (1) :
α) Deux omoplates;
β) Deux coracoïdes;
γ) Deux clavicules;
δ) Une interclavicule;
5° Présence d'un sternum abdominal.

Mais, sans parler des autres divergences (le cou de cygne et la petite tête des Plésiosaures, leurs côtes cervicales erpétospondyliques, leur atlas et leur axis fréquemment synostosés, etc.), le seul fait que les Simosauriens et les Plésiosauriens n'ont plus de dents sur le palais (2), au lieu que le *Champsosaurus* en possède encore, suffit pour écarter toute parenté directe. Car les premiers, étant plus spécialisés, n'ont pu donner naissance au dernier et celui-ci, étant plus récent, est incapable d'avoir engendré ceux-là. Par conséquent, les relations entre les êtres prémentionnés seraient, si elles existent, collatérales, c'est-à-dire assez éloignées.

III. *Relations avec les Mosasauriens.* [*M. E. D. Cope.*] — Elles sont nulles, comme cela résulte du tableau suivant :

Champsosaurus.	*Mosasauria.*
1. Quadratum fixé.	1. Quadratum libre.
2. Dents avec cavité de la pulpe vaste et persistante.	2. Dents avec cavité de la pulpe réduite ou disparue (3).
3. Dents sur le prémaxillaire, le maxillaire, le palatin, le ptérygoïdien et la mandibule.	3. Dents sur le prémaxillaire, le maxil laire, le ptérygoïdien et la mandibule seulement.
4. Pas d'apophyse coronoïde à la mandibule.	4. Une apophyse coronoïde à la mandı bule.
5. Élément splénial entrant dans la symphyse mandibulaire.	5. Élément splénial n'entrant point dans la symphyse mandibulaire
6. Les deux rameaux de la mandibule unis par suture.	6. Les deux rameaux de la mandibule unis par du tissu fibreux.
7. Pas de projection postarticulaire à la mandibule.	7. Une projection postarticulaire à la mandibule.
8. Vertèbres amphicœles.	8. Vertèbres procœles.
9. Côtes cervicales ornithospondyliques.	9. Côtes cervicales, même celles de l'axis, erpétospondyliques.

(1) T. H. Huxley, *A Manual*, etc., p. 216.
(2) R. Owen, *Paleontology*, p. 211.
(3) G. Cuvier, *Ossemens fossiles*, t. X, p. 134. Paris, 1836.

10. Seulement deux hypapophyses intervertébrales : l'hypapophyse proatlanto-atlantique et l'hypapophyse atlanto-axoïdienne.	10. Hypapophyses vertébrales et présentes à toutes les vertèbres cervicales.
11. Pas de vertèbres lombaires.	11. Des vertèbres lombaires.
12. Un sacrum de deux vertèbres.	12. Non; sauf chez le genre *Plioplatecarpus* (1).
13. Chevrons intervertébraux.	13. Chevrons vertébraux.
14. Des clavicules.	14. Pas de clavicules.
15. Une interclavicule.	15. Non; sauf chez le genre *Plioplatecarpus* (2).
16. Sternum cartilagineux.	16. Sternum ossifié (3).
17. Fissipèdes.	17. Pinnipèdes.
18. Armure dermique absente.	18. Une armure dermique (4).

Notons, en passant, que si cette opposition constante n'avait pas lieu, on pourrait encore appliquer au *Champsosaurus* et aux *Mosasauria* les conclusions, mais en se basant cette fois sur le caractère des membres, que nous avons exposées à propos des Simosauriens et des Plésiosauriens.

IV. *Relations avec les Rhynchocéphaliens.* [*MM. E. D. Cope et Lemoine.*] — Les concordances sont :

1° Quadratum fixé;
2° Pas de projection postarticulaire à la mandibule;
3° Vertèbres amphicœles;
4° Pas de vertèbres lombaires;
5° Sacrum de deux vertèbres;
6° Chevrons intervertébraux;
7° Côtes dorso-lombaires erpétospondyliques;
8° Sternum formé par une plaque impaire;
9° Un sternum abdominal;
10° Ceinture scapulaire constituée par :
 α) Deux omoplates;
 β) Deux coracoïdes;

(1) L. DOLLO, *Note sur l'ostéologie des* Mosasauridæ (BULL. MUS. ROY. HIST. NAT. BELG., 1882, t. I, p. 64).

(2) L. DOLLO, *Note sur la présence d'une interclavicule chez quelques* Mosasauria *et sur la division de ce sous-ordre en familles* [ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES (lu dans la séance du 30 octobre 1884. — Sous presse)].

(3) O. C. MARSH, *New Characters of Mosasauroid Reptiles* [AMER. JOURN. SC. (SILLIMAN), 1880, vol. XIX, p. 83)].

(4) O. C. MARSH, *Discovery of the Dermal Scutes of Mosasauroid Reptiles* (IBID., 1872, vol. III, p. 290).

γ) Deux clavicules;

δ) Une interclavicule;

11° Fissipèdes;

12° Absence d'armure dermique.

D'autre part, les divergences sont :

Champsosaurus.	*Hatteria.*
1. Dents toujours distinctes de l'os sous-jacent.	1. Dents se continuant avec l'os sous-jacent, dont elles semblent n'être que de simples prolongements.
2. Dents sur le prémaxillaire, le maxillaire, le palatin, le ptérygoïdien et la mandibule.	2. Dents sur le prémaxillaire, le maxillaire, le palatin et la mandibule seulement.
3. Dents de la voûte palatine innombrables, d'une ténuité extrême et disposées sans ordre apparent.	3. Non.
4. Narines externes terminales non divisées par une apophyse montante du prémaxillaire. Choanes situées au milieu de la face inférieure du crâne et séparées par une mince cloison dentifère (palatins).	4. Narines externes subterminales et divisées par une apophyse montante du prémaxillaire. Choanes subterminales et séparées par le vomer.
5. Pas d'apophyse coronoïde à la mandibule.	5. Une apophyse coronoïde à la mandibule.
6. Élément splénial entrant dans la symphyse mandibulaire.	6. Non.
7. Les deux rameaux de la mandibule unis par suture.	7. Les deux rameaux de la mandibule unis par du tissu fibreux.
8. Pas de proatlas.	8. Un proatlas (1).
9. Côtes cervicales ornithospondyliques.	9. Côtes cervicales, sauf celles de la 3e vertèbre, erpétospondyliques (2).
10. Seulement deux hypapophyses : proatlanto-atlantique et atlanto-axoïdienne.	10. Hypapophyses présentes jusqu'à la 3e vertèbre caudale (3).
11. Une gouttière ectépicondylienne.	11. Deux canaux : entépicondylien et ectépicondylien (4).

(1) P. Albrecht, *Note sur la présence d'un rudiment de proatlas sur un exemplaire de* Hatteria punctata, *Gray* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., 1883, t. II, p. 185).

(2) P. Albrecht, *Proatlas,* etc., p. 190.

(3) P. Albrecht, *Proatlas,* etc., p. 190.

(4) L. Dollo, *Notes erpétologiques* (Zoologischer Anzeiger, 1884, pp. 547 et 548].

Si l'on ajoute à ces faits isolés :

1° Qu'*Hatteria* ne peut provenir de *Champsosaurus*, puisque le second n'a pu léguer au premier :

α) Le proatlas;

β) Les hypapophyses;

γ) Les canaux épicondyliens,

qu'il a déjà perdus, et que le contraire est impossible, attendu que le lézard néo-zélandais est plus récent que le reptile d'Erquelinnes;

2° Que la présence simultanée de deux canaux épicondyliens, caractère d'un archaïsme achevé, n'a été constatée, en dehors d'*Hatteria* et de *Brithopus* (Thériodonte du permien de l'Oural) (1), chez aucun Vertébré amniote, ni même chez aucun Amphibien, vivant ou fossile;

3° Que, sauf peut-être les *Protorosauria* (2), encore trop imparfaitement connus pour qu'on puisse tirer de conclusion certaine à leur égard, les Rhynchocéphaliens sont les Sauropsides qui approchent le plus du *Champsosaurus;*

4° Que la dentition de celui-ci est, croyons-nous, sans parallèle chez les Vertébrés amniotes et rappelle fortement les Ichthyop sides (3);

On conviendra qu'il est rationnel de créer, pour ledit *Champsosaurus,* un ordre spécial, ce que confirment, d'autre part, plusieurs dispositions, que nous ferons ressortir en temps opportun.

Afin de préserver de l'oubli la désignation de Paul Gervais et de M. Lemoine, désignation qui, en tant que vocable générique, doit rentrer dans la synonymie, je propose, pour l'ordre nouveau, le nom de *Simœdosauria.* J'en donnerai une diagnose définitive, au moins en ce qui concerne mes matériaux d'étude, dans ma *Deuxième Note sur le Simœdosaurien d'Erquelinnes.*

(1) R. Owen, *Evidences of Theriodonts in permian deposits elsewhere than in South-Africa* (Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1876, p. 353).

(2) H. v. Meyer, *Zur Fauna der Vorwelt. Saurier aus dem Kupferschiefer der Zechstein-Formation.* Frankfurt a. M., 1856; T. H. Huxley, *A Manual,* etc., p. 226.

(3) T. H. Huxley, *A Manual,* etc., p. 112.

II.

Nous arrivons maintenant à la partie ostéologique. L'ordre qu'il faudrait adopter, dans cette partie, pour satisfaire aux exigences de l'anatomie comparée, serait évidemment le suivant :

1° Crâne et dentition;

2° Colonne vertébrale et ses appendices;

3° Sternum ;

4° Ceinture scapulaire et membre antérieur;

5° Ceinture pelvienne et membre postérieur.

Cependant, pour des raisons qui n'ont rien à faire avec la morphologie, je me bornerai aujourd'hui à décrire :

1° La colonne vertébrale et ses appendices ;

2° La ceinture scapulaire;

3° Le sternum;

4° L'humérus.

Je réserve donc pour ma *Deuxième Note,* etc. (v. *supra*) ·

1° Le crâne et la dentition;

2° Le sternum abdominal;

3° L'avant-bras et la main;

4° La ceinture pelvienne et le membre postérieur.

Enfin, j'y joindrai une restauration du *Champsosaurus.*

I. COLONNE VERTÉBRALE ET SES APPENDICES. — La colonne vertébrale comprend quatre régions :

1° Région cervicale;

2° Région dorso-lombaire ;

3° Région sacrée ;

4° Région caudale.

1° RÉGION CERVICALE. — *Atlas.* M. Lemoine (1) nous représente l'atlas comme constitué par cinq pièces :

α) « Un centre ou corps »;

β) « Deux arcades latéro-supérieures »;

γ) « Une petite pièce indépendante, véritable arcade épineuse »;

δ) « Une arcade inférieure ».

Je n'ai point rencontré la pièce γ et crois qu'il s'agit ici, soit d'un simple fragment, soit d'un osselet étranger à la première vertèbre cervicale du Champsosaure. En effet, quelle peut bien être la signi-

(1) V. LEMOINE, *Étude sur les caractères génériques,* etc., p. 25.

fication de cette « petite pièce indépendante » ? Elle est susceptible de recevoir l'une des trois interprétations ci-après :

α) Épiphyse sur l'apophyse épineuse (1);

β) Rudiment de proatlas (2);

γ) Anarcuaux droit et gauche synostosés (3).

α) Or, d'une part, on n'a pas encore trouvé d'épiphyses sur l'apophyse épineuse (virtuelle) de l'atlas des Reptiles et, d'autre part, si l'on en observait, il est infiniment probable que ce ne serait pas une, mais deux : une droite et une gauche. Car on ne peut admettre que les épiphyses soient distinctes là où les neurapophyses sont synostosées et qu'elles soient confondues en une seule quand les neurapophyses sont en synchondrose ;

β) Par sa forme et sa position, il est impossible d'identifier l'ossicule de M. Lemoine avec le proatlas. D'ailleurs, les neurapophyses de l'atlas ne m'ont point montré, jusqu'à présent, de traces de prézygapophyses;

γ) On ne saurait davantage y voir des anarcuaux, puisque :

α_1) On n'a jamais mentionné d'anarcuaux isolés chez les Reptiles;

β_1) Chez les Mammifères, les anarcuaux n'ossifient plus, dans la région cervicale, par suite de l'état rudimentaire de l'apophyse épineuse (P. Albrecht);

γ_1) L'apophyse épineuse est, au plus haut degré, rudimentaire dans l'atlas du Champsosaure, de même que dans celui des Reptiles en général.

Non. Il doit y avoir ici un recollage malheureux. Pour moi, l'atlas de l'animal d'Erquelinnes est composé de :

α) Un centre;

β) Deux neurapophyses;

γ) Un pseudo-centre.

(1) P. Albrecht, *Épiphyses osseuses sur les apophyses épineuses des vertèbres d'un Reptile* (Hatteria punctata, *Gray*). Bruxelles, A. Manceaux, 1883; L. Dollo, *Sur les épiphyses des Lacertiliens* (Zoologischer Anzeiger, 1884, nos 159 et 160).

(2) P. Albrecht, *Ueber den Proatlas, einen zwischen dem Occipitale und dem Atlas der amnioten Wirbelthiere gelegenen Wirbel, und den Nervus spinalis I. s. proatlanticus* (Zoologischer Anzeiger, 1880, p. 450); P. Albrecht, *Proatlas de Hatteria*, etc. (v. *supra*); P. Albrecht, *Proatlas de Macacus*, etc. (v. *supra*); P. Albrecht, *Sur la fossette vermienne du crâne des Mammifères* (Bull. Soc. Anthropologie de Bruxelles, 1884, p. 143); L. Dollo, *Cinquième Note sur les Dinosauriens de Bernissart* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., 1884, t. III, p. 129).

(3) P. Albrecht, *Ueber den Proatlas*, etc., p. 473; P. Albrecht in L. Dollo, *Note sur le Batracien de Bernissart* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., 1884, t. III, p. 88).

Le centre, ou os odontoïde, ainsi que chez tous les Vertébrés amniotes, ne supporte point les neurapophyses correspondantes. Il s'appuie sur le centre de l'axis, avec lequel il n'est pas synostosé, contrairement à ce qu'exposent les Crocodiliens et les Rhynchocéphaliens, sur les neurapophyses de la même vertèbre et sur l'hypapophyse atlanto-axoïdienne. Il ne donne, en aucune façon, naissance à des parapophyses.

Les neurapophyses étaient, comme cela résulte des recherches de M. Lemoine, en synchondrose entre elles. Elles sont en relation avec l'os odontoïde, le pseudo-centre et l'occipital, auquel elles offrent deux magnifiques champs centroïdaux (1). Point de diapophyses.

Le pseudo-centre n'est, d'après le professeur Albrecht (2), qu'une hypapophyse proatlanto-atlantique. Il rencontre à la fois l'os odontoïde, les neurapophyses et l'hypapophyse atlanto-axoïdienne.

En opposition avec la structure qu'exhibent les Crocodiliens, l'atlas du Champsosaure n'a pas de côtes. Nous avons dit qu'il n'avait pas non plus d'épiphyses.

Le canal rachidien est limité, à ce niveau, par les neurapophyses et le pseudo-centre. Nous reviendrons dans un instant sur cette question.

Axis. — D'après M. Lemoine (3), l'axis serait formé de six pièces :

α) « Un corps » ;

β) « Une apophyse épineuse supérieure » ;

γ) « Deux pièces costoïdales antérieures complémentaires » ;

δ) « Deux pièces costoïdales postérieures complémentaires ».

Dans cette description, il convient : d'une part, de remplacer le chef γ par « hypapophyse atlanto-axoïdienne », attendu que la facette cranio-ventrale du centre de l'axis ne porte jamais qu'un seul os, pour lequel l'épithète « costoïdal » est aussi impropre que possible. D'autre part, de supprimer le chef δ, car :

α_1) Le centre de l'axis n'a aucune facette caudo-ventrale et, par conséquent, rien ne le rejoignait caudalement sauf le centre de la 3[e] vertèbre cervicale ;

β_1) Si le centre de l'axis servait de point d'appui à quelque chose

(1) P. Albrecht, *Die Epiphysen und die Amphiomphalie der Säugethierwirbelkörper* (Zoologischer Anzeiger, 1879, p. 161).

(2) P. Albrecht, *Proatlas de Macacus*, etc., p. 292.

(3) V. Lemoine, *Étude sur les caractères génériques*, etc., p. 26.

caudo-ventralement, l'anatomie comparée nous démontre que ce serait à un osselet impair (l'hypapophyse entre l'axis et la 3ᵉ vertèbre cervicale) et non à « deux pièces costoïdales postérieures complémentaires ».

Ceci posé, la véritable structure de l'axis est la suivante :

α) Un centre;

β) Deux neurapophyses;

γ) L'hypapophyse atlanto-axoïdienne.

Le centre est volumineux. Sur lui reposent :

α_1) Dorsalement, les neurapophyses;

β_1) Cranialement :

α_2) L'os odontoïde;

β_2) L'hypapophyse atlanto-axoïdienne;

γ_1) Caudalement, le centre de la troisième vertèbre cervicale.

Il ne donne naissance à aucune parapophyse. Par contre, il constitue, avec le concours des neurapophyses, des diapophyses. Il n'a point de crête ventrale hypapophysienne.

Les neurapophyses sont, comme cela résulte des recherches de M. Lemoine, synostosées entre elles et produisent ainsi une apophyse épineuse dont la lame est fort étendue cranio-caudalement. Le savant rémois ne nous parle pas des zygapophyses, au sujet desquelles je n'ai pu faire d'observations. Les neurapophyses contribuent à la formation de diapophyses divisées par la suture neurocentrale. Elles présentent de petits champs centroïdaux à l'os odontoïde. L'axis possède donc un *corps* (1).

L'hypapophyse atlanto-axoïdienne est en contact avec le pseudocentre de l'atlas, l'os odontoïde et le centre de l'axis.

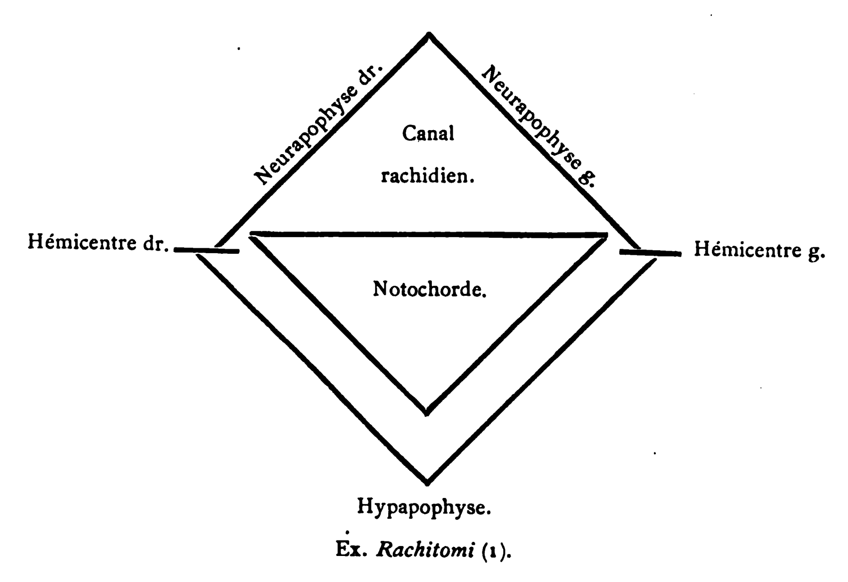
Toujours en opposition avec la structure qu'exhibent les Crocodiliens, l'axis du Champsosaure n'a point de côtes. Il n'a pas non plus d'épiphyses.

Avant de faire connaître les limites du canal rachidien, à la hauteur de l'axis, nous pensons qu'il ne sera pas sans intérêt de rappeler quelques-unes des variations que les parois osseuses de ce canal sont susceptibles de subir chez les Amniotes et chez les Amphibiens. Cela aura au moins pour résultat de montrer que ce n'est point une banalité de mentionner les pièces qui le bornent.

(1) Sur la distinction du centre et du corps d'une vertèbre, voir P. ALBRECHT, *Epiphysen und Amphiomphalie*, p. 161.

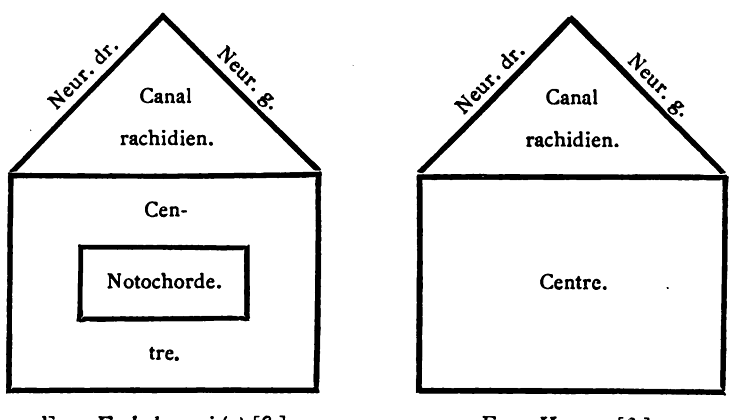
Le canal rachidien peut être entouré par :

α) Les neurapophyses et la notochorde :



Ex. *Rachitomi* (1).

β) Les neurapophyses et le centre :

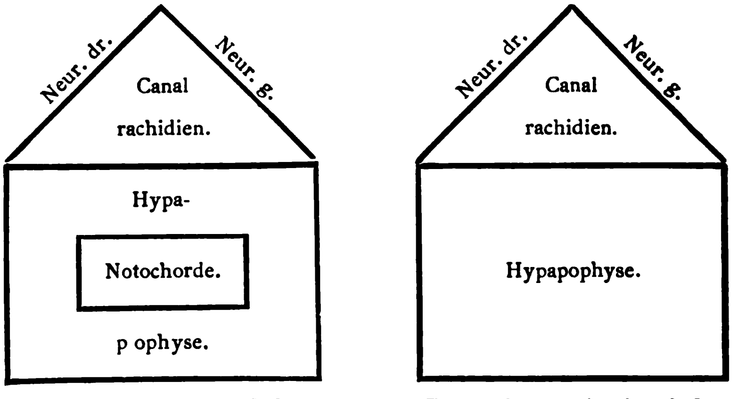


Ex. : *Embolomeri* (2) [β_1]. Ex. : *Homme* [β_2].

(1) E. D. Cope, *The Batrachia of the Permian Period of North America* (American Naturalist, Janvier 1884, p. 28); A. Gaudry, *Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Fossiles primaires,* p. 271. Paris, 1883; L. Dollo, *Batracien de Bernissart,* etc., p. 86.

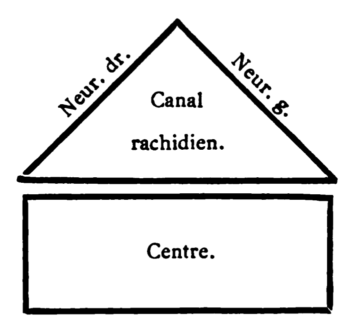
(2) E. D. Cope, *Batrachia of the Permian Period,* etc., p. 36.

γ) Les neurapophyses et une hypapophyse :



Ex. : *Embolomeri* (1) [γ_1]. Ex. : *Atlas de Cétacé* (2) [γ_2].

δ) Les neurapophyses seulement :



Ex. : *Vertèbre cervicale d'éléphant.*

Revenons maintenant au Champsosaure. Le canal rachidien de son atlas, comme il est facile de s'en convaincre, appartient au type γ_2. Quant à celui de l'axis, il rentre dans la forme β_2.

Autres vertèbres cervicales. — Les autres vertèbres cervicales sont au nombre de sept. Il y en a donc neuf en tout. On peut les diviser en deux groupes :

α) 3ᵉ vertèbre cervicale;

β) 4ᵉ, 5ᵉ, 6ᵉ, 7ᵉ, 8ᵉ et 9ᵉ vertèbres cervicales.

α) Centre amphicœle, un peu plus volumineux que celui de

(1) E. D. Cope, *Batrachia of the Permian Period*, etc., p. 37.

(2) W. H. Flower, *An Introduction to the Osteology of the Mammalia*, p. 37. London, 1870.

l'axis. Trous sinu-vertébraux postérieurs bien marqués. Rudiment de parapophyse tout contre la face craniale. Concourt avec les neurapophyses à la formation de diapophyses. Crête hypapophysienne réduite, sur la face ventrale. Sur cette crête, un trou sinu-vertébral antérieur (P. Albrecht), à droite; le gauche manque. Amphiomphale (1).

Neurapophyses synostosées entre elles, mais non avec le centre. Lame de l'apophyse épineuse modérée. Pré- et postzygapophyses normales. Pas de zygosphène et partant pas de zygantrum. Forment, avec l'aide du centre, des diapophyses traversées par la suture neuro-centrale. Pas de champs centroïdaux.

Vraisemblablement point de côtes, de même que chez *Hatteria*. Pas d'épiphyses.

Canal rachidien du type β_2.

β) Centres amphicœles et sensiblement de même taille de la 4e jusques et y compris la 9e cervicale. Concourent toujours à la formation de diapophyses avec les neurapophyses. Parapophyses de mieux en mieux marquées et se rapprochant de plus en plus à la fois du milieu de la vertèbre et de la diapophyse. Crêtes hypapophysiennes accusées davantage. Trous sinu-vertébraux postérieurs fort nets. Amphiomphales.

Neurapophyses synostosées entre elles, mais non avec le centre. Lame de l'apophyse épineuse croissant graduellement comme on avance vers la région dorsale. Pré- et postzygapophyses normales. Pas de zygosphène et partant pas de zygantrum. Forment, avec l'aide du centre, des diapophyses traversées par la suture neuro-centrale. Facette centrale des diapophyses de plus en plus faible et *vice versâ* facette neurapophysienne de plus en plus forte. Pas de champs centroïdaux.

Côtes ornithospondyliques et non erpétospondyliques, ainsi que l'écrit M. Lemoine (2), augmentant peu à peu de taille. Le capitulum et le tuberculum sont franchement séparés. Pas d'épiphyses.

Canal rachidien du type β_2.

2° Région dorso-lombaire. — Il y a seize vertèbres dorso-lombaires.

Centres amphicœles et à peu près de même taille dans toute l'étendue de cette région. Forment la facette parapophysienne de la paradiapophyse. Plus de crête hypapophysienne; face ventrale

(1) P. Albrecht, *Epiphysen und Amphiomphalie*, p. 164.

(2) V. Lemoine, *Étude sur les caractères génériques*, etc., p. 27.

arrondie. Trous sinu-vertébraux postérieurs encore fort nets. Quinze premières dorso-lombaires amphiomphales; seizième, stylomphale (1).

Neurapophyses synostosées entre elles, mais non avec le centre. Lame de l'apophyse épineuse élevée et massive, puis s'abaissant et devenant unciforme au lieu de quadrilatère vers la région sacrée. Pré- et postzygapophyses normales. Pas de zygosphène et partant pas de zygantrum. Forment la facette diapophysienne de la paradiapophyse. Pas de champs centroïdaux.

Côtes erpétospondyliques, terminées conséquemment par un capitulo-tuberculum.

Pas d'épiphyses.

Canal rachidien du type β_2.

3° Région sacrée. — Comprend deux vertèbres.

Centres peu différents comme taille de ceux des vertèbres dorso-lombaires. Amphicœles. Forment, en général, la facette paracostoïdale pour le paradiacostoïde sacré (2). Cependant, du côté droit de la deuxième vertèbre sacrée, par atavisme, il y a, sur le centre, une portion de la facette diacostoïdale et la facette paracostoïdale presque isolée. Pas de crête hypapophysienne; face ventrale arrondie. Trous sinu-vertébraux postérieurs toujours bien marqués. Amphistyloïdes (3).

Neurapophyses synostosées entre elles, mais non avec le centre. Lame de l'apophyse épineuse moins élevée que dans la région dorso-lombaire. Pré- et postzygapophyses normales. Pas de zygosphène et partant pas de zygantrum. Forment, en général, la facette diacostoïdale pour le paradiacostoïde sacré. Cependant, du côté droit de la deuxième vertèbre sacrée, par atavisme, la facette diacostoïdale est traversée par la suture neuro-centrale. Pas de champs centroïdaux.

Costoïdes sacrés courts et massifs ayant la valeur morphologique de paradiacostoïdes. Leur extrémité vertébrale porte trois facettes: une pour la neurapophyse et deux pour le centre. Pourtant, du côté droit de la deuxième vertèbre sacrée, outre ces trois facettes, il existe une aile paracostoïdale recouvrant la facette paracostoïdale

(1) J'appelle *stylomphale* une vertèbre qui, sur la face craniale de son centre, est munie d'un ombilic et, sur la face caudale, d'un petit cône (résultant de l'ossification de la portion intervertébrale de la notochorde), ou inversement.

(2) P. Albrecht, *Sur les copulæ intercostoïdales et les hémisternoïdes du sacrum des Mammifères*, p. 16. Bruxelles, A. Manceaux, 1883.

(3) J'appelle *amphistyloïde* une vertèbre qui est pourvue, sur ses faces craniale et caudale, d'un petit cône au lieu d'un ombilic.

correspondante. Pas d'épiphyses. Pas de champs costoïdaux (1).

Canal rachidien du type β_2.

4° Région caudale. — Compte dix-huit vertèbres, mais une partie de la queue manque. Centres décroissant graduellement en volume tout en changeant à peine de longueur. Amphicœles. Pas de crête hypapophysienne; face ventrale de plus en plus aplatie. Trous sinu-vertébraux postérieurs de moins en moins accusés. Fortement amphistyloïdes.

Neurapophyses non synostosées, en général, avec le centre. Pas de champs centroïdaux.

Une portion des costoïdes caudaux (2) libres; l'autre synostosée. La synostose a lieu, comme chez les Crocodiliens et les Dinosauriens, dans le sens caudo-cranial. Chevrons intervertébraux. Pas d'épiphyses.

Les vertèbres caudales peuvent être divisées comme suit :

α) Vertèbres 1 à 3 inclusivement. Pas de chevrons. Costoïdes libres. Neurapophyses non synostosées avec le centre;

β) Vertèbres 4 à 8 inclusivement. Des chevrons. Costoïdes et neurapophyses libres;

γ) Vertèbres 9 à 13 inclusivement. Des chevrons. Costoïdes et neurapophyses synostosés entre eux et avec le centre;

δ) Vertèbres 13 à 16 inclusivement. Des chevrons. Neurapophyses synostosées avec le centre. Plus de costoïdes;

ε) Vertèbres 16 à 18 inclusivement. Des chevrons. Plus de costoïdes. ? Plus de neurapophyses.

Canal rachidien, aussi longtemps qu'il a des limites osseuses, du type β_2.

II. LA CEINTURE SCAPULAIRE. — M. Lemoine (3), nous l'avons déjà dit, donne pour composition, à la ceinture scapulaire :

1° Deux omoplates;

2° Deux coracoïdes.

Nous ferons connaître dans un instant notre appréciation sur les omoplates et les coracoïdes décrits par le savant rémois. Pour le moment, nous nous contenterons d'ajouter aux pièces prénommées:

3° Deux clavicules;

4° Une interclavicule.

(1) P. Albrecht, *Epiphysen und Amphiomphalie*, etc., p. 419; P. Albrecht, *Note sur un sixième costoïde cervical chez un jeune* Hippopotamus amphibius, *L.* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., 1882, t. I, p. 201).

(2) L. Dollo, *Note sur les restes de Dinosauriens rencontrés dans le crétacé supérieur de la Belgique* (Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., 1883, t. II, p. 207).

(3) V. Lemoine, *Étude sur les caractères génériques*, etc., p. 31.

Nous avons la preuve indiscutable de l'existence de ces os chez le Champsosaure :

α) Parce que deux clavicules et une interclavicule ont été trouvées avec le squelette presque entier, qui forme la base de notre travail;

β) Attendu qu'une clavicule et une interclavicule ont encore été ramassées, en une autre occasion, avec les vertèbres, si caractéristiques, d'un second spécimen du Saurien d'Erquelinnes.

Complétée ainsi que nous le demandons, la ceinture scapulaire comprend :

1° Deux omoplates;
2° Deux coracoïdes ;
3° Deux clavicules ;
4° Une interclavicule.

1° Omoplate. — M. Lemoine n'a point connu l'omoplate, car l'os qu'il nous décrit et figure sous ce nom n'a rien à faire avec l'élément précité de la ceinture scapulaire du Champsosaure. Tout au plus peut-il être un fragment de coracoïde.

La véritable omoplate est un os délicat, offrant l'aspect d'un secteur circulaire, dont on aurait abattu la pointe. Très mince sur toute l'étendue du bord suprascapulaire et sur une partie de celle des bords coracoïdien et glénoïdien, elle va s'épaississant uniformément lorsqu'on s'avance vers les deux surfaces coracoïdienne et glénoïdienne.

Le *bord suprascapulaire,* par sa surface irrégulièrement vermiculée, nous indique qu'une sus-omoplate (suprascapula) cartilagineuse le recouvrait jadis.

Le *bord coracoïdien* est presque entièrement détruit, sauf dans le voisinage immédiat de la surface coracoïdienne, où l'on observe une fossette bien accentuée. Cette fossette, dans laquelle s'adapte parfaitement l'extrémité scapulaire de la clavicule du Reptile d'Erquelinnes, correspond à une excavation analogue qu'on peut voir sur l'omoplate d'un grand nombre de Lacertiliens et qui sert à loger la clavicule. Je propose de l'appeler *fossette claviculaire.* Elle remplace l'acromion des Mammifères.

Le *bord glénoïdien* est un peu mieux préservé que le bord coracoïdien, mais ne mériterait point d'autre mention s'il ne présentait, tout contre la surface glénoïdienne, un tubercule extrêmement net, qui n'est autre, comme je vais le montrer, que le *tubercule infraglénoïdien* (1) de l'anatomie humaine. En effet :

(1) J. Henle, *Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen.* Bd. I. Abth. 1. *Knochenlehre,* p. 233 et fig. 196, T*i*. Brunswick, 1871.



α) Il occupe la même position ;

β) Il sert à l'insertion du même muscle, car :

α_1) Il s'identifie avec une faible éminence, d'une forme et d'une situation semblables, qu'on rencontre chez l'*Uromastix ;*

β_1) Sur cette éminence de l'*Uromastix* vient s'attacher un muscle qu'on peut caractériser de la manière suivante :

α_2) Origine :
- α_3) Une tête scapulaire;
- β_3) Une tête coracoïdienne;
- γ_3) Une tête humérale médiale;
- δ_3) Une tête humérale latérale;

β_2) Insertion : ε_3) Une tête cubitale.

C'est bien là le muscle que M. Fürbringer (1) a désigné, chez les Lacertiliens, sous le nom de *m. anconeus* et qu'il a homologisé avec le *triceps brachial* de l'homme, où la tête coracoïdienne manque, il est vrai, en tant que formation normale, mais reparaît parfois atavistiquement (2).

A côté de l'omoplate du Champsosaure, j'ai figuré, d'après M. Saint-George Mivart (3), pour attirer l'attention sur la curieuse apophyse qui surmonte le pont osseux fermant l'échancrure suprascapulaire (*incisura scapularis*), une omoplate de *Mycetes*. L'apophyse précitée, innommée jusqu'à présent, devrait, ce nous semble, en raison de ses relations avec la musculature, être appelée *tubercule omo-hyoïdien*. Elle ne peut, d'ailleurs, être confondue avec le tubercule infraglénoïdien, attendu que :

α) Elle est posée sur le bord coracoïdien et non sur le bord glénoïdien de l'omoplate;

β) Elle s'appuie sur l'échancrure suprascapulaire (*incisura scapularis*) transformée en foramen, par où passe, comme chacun le sait, le *n. suprascapularis*.

La *surface coracoïdienne* de l'omoplate est sensiblement triangulaire et profondément « *pitted* », tandis que la *surface glénoïdienne* est grossièrement parallélogrammique et lisse. Il est donc facile de les distinguer, même sur un simple fragment d'omoplate.

2° Le coracoïde. — Le coracoïde est vraiment singulier si on le compare au reste de la ceinture scapulaire.

On se souviendra que, pour la commodité de la description, les

(1) M. Fürbringer, *Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln* (Morphologisches Jahrbuch, 1876, t. I, p. 740).

(2) W. Gruber in M. Fürbringer, *Schultermuskeln*, p. 746.

(3) Saint-George Mivart, *On the appendicular Skeleton of the Primates* (Phil Trans. Roy. Soc. London, 1867, p. 303, et pl. XI, fig. 4, x).

coracoïdes des Reptiles sont susceptibles d'être classés en trois catégories :

α) Forme *allongée,* rappelant une hache. Ce sont les coracoïdes des Crocodiliens, encore percés d'un foramen pour la sortie du nerf supracoracoïdien (1), foramen que je propose de nommer *foramen supracoracoïdien,* et de ceux des Chéloniens dépourvus de ce trou;

β) Forme *arrondie*, circulaire ou semi-circulaire. Ce sont les coracoïdes des Rhynchocéphaliens, des Mosasauriens, des Dinosauriens, etc. Ils sont toujours munis du foramen supracoracoïdien;

γ) Forme *fenestrée,* découpée par de profondes échancrures oblitérées durant la vie au moyen d'une membrane. Ce sont les coracoïdes des Lacertiliens en général : *Iguana, Uromastix,* etc.

Chose bizarre, le Champsosaure qui, à bien des égards, possède une ceinture scapulaire de Lacertilien ou de Rhynchocéphalien, le Champsosaure a pourtant un coracoïde du type α et vraisemblablement privé de foramen supracoracoïdien.

La justesse de cette assertion se trouve démontrée par les faits suivants :

α) L'os que nous déterminons comme coracoïde s'assemble, à l'exclusion de tout autre, avec l'omoplate, pour constituer la cavité glénoïde;

β) Dans cette réunion, les deux surfaces de contact sont les seules du squelette qui soient si profondément et si identiquement « pitted »;

γ) Le seul os qui pourrait être le coracoïde, en dehors de celui que nous avons choisi, serait un os plat, répondant, à première vue, exactement au type β, y compris le foramen, et que M. Lemoine nous a décrit et figuré comme appartenant à la ceinture scapulaire.

Cependant, il ne saurait en faire partie, car :

α_1) Il a trois surfaces articulaires contiguës et par cela même doit être attribué au bassin (2);

β_1) Il ne s'adapte point du tout à l'omoplate.

Étant un élément pelvien et présentant un foramen (pour le nerf obturateur) (3), c'est évidemment le pubis.

En tant que particularité intéressante, le coracoïde nous montre encore, dans le voisinage de sa surface glénoïdienne, une impres-

(1) M. Fürbringer, *Schultermuskeln,* p. 640.

(2) Les trois surfaces articulaires se répartissent de la manière ci-après : une pour l'ilium, une pour l'ischium, une pour l'acetabulum.

(3) H. Gadow, *Beiträge zur Myologie der hinteren Extremität der Reptilien* (Morphologisches Jahrbuch, 1882, pl. XVII, fig. 4, *ob*).

sion que nous croyons causée par l'insertion de la tête coracoïdienne du *m. anconeus.*

3° LES CLAVICULES. — Les clavicules sont fortes et recourbées. Pour mieux les définir, voyons comment se comportent leurs extrémités scapulaire et interclaviculaire, chez quelques Reptiles.

L'*extrémité scapulaire* peut être fixée :

α) Sur l'omoplate (*Hatteria, Corytophanes,* etc.);

β) Sur la sus-omoplate (*Oreocephalus, Uromastix,* etc).

Les clavicules du Champsosaure appartiennent au type α.

L'*extrémité interclaviculaire* peut être (1) :

α') Claviforme et embrasser une fontanelle (2) :

1. *Xantusiidæ.*	5. *Gerrhosauridæ.*
2. *Tejidæ.*	6. *Scincidæ.*
3. *Amphisbænidæ.*	7 *Anelotropidæ.*
4. *Lacertidæ.*	8 *Dibamidæ.*

β') Non (3) :

1. *Uroplatidæ.*	6. *Zonuridæ.*
2. *Pygopodidæ.*	7. *Anguidæ.*
3. *Agamidæ.*	8. *Aniellidæ.*
4. *Iguanidæ.*	9. *Helodermatidæ.*
5. *Xenosauridæ.*	10 *Varanidæ.*

Les clavicules du Champsosaure appartiennent au type β'.

4° L'INTERCLAVICULE. — Aux deux types α' et β' de clavicules correspondent deux formes d'interclavicules :

Au type α' : une interclavicule cruciforme (4) ;

Au type β' : une interclavicule en T (5) ;

ainsi que mon savant ami, M. G. A. Boulenger, me l'a fait remarquer.

Le Champsosaure, comme ses clavicules l'annonçaient déjà, a une interclavicule en T.

III. LE STERNUM. — Le sternum doit avoir été impair et cartilagineux. Je dis qu'il fut cartilagineux, car, bien que toutes les autres parties du squelette soient admirablement conservées, on n'a point trouvé de traces du sternum. J'ajoute, en outre, qu'il était

(1) G. A. BOULENGER, *Synopsis,* etc., p. 119.

(2) W. K. PARKER, *A Monograph on the structure and development of the Shoulder-Girdle and Sternum in the Vertebrata* [RAY SOCIETY. London, 1868, pl. X, fig. 3 et 4, *cl* (*Trachydosaurus rugosus*)].

(3) W. K. PARKER, *A Monograph,* etc., pl. X, fig. 9 et 10, *cl* (*Monitor Dracæna*).

(4) W. K. PARKER, *A Monograph,* etc., pl. X, fig. 3 et 4, I*cl.*

(5) W. K. PARKER, *A Monograph,* etc., pl. X, fig. 9 et 10, I*cl.*

impair, parce que, chez tous les Reptiles, vivants ou fossiles, qui ont clavicules et interclavicule, il l'est, à moins qu'il ne manque par défaut d'ossification.

Quant aux pièces représentées par M. Lemoine (1), j'ignore d'où elles proviennent, mais, à coup sûr, elles n'ont rien de commun avec le sternum.

IV. L'HUMÉRUS. — L'humérus est plus court que le fémur, mais il est aussi plus massif, plus robuste. Ainsi que l'écrit le savant professeur de la Faculté de Reims, il « est comme tordu sur son axe (2) ». Il se fait, en outre, remarquer par la largeur de ses extrémités proximale et distale.

Sa *tête* est étirée transversalement et ovalaire. Elle est mal séparée de l'*entotubérosité* et de l'*ectotubérosité*.

La *crête delto-pectorale* ne se présente point ici, à proprement parler, sous l'aspect d'une véritable crête, mais des rugosités très étendues, indiquant des muscles deltoïdes et pectoraux puissants, ce que confirment d'ailleurs de solides clavicules et interclavicule, en tiennent lieu.

L'*entocondyle* et l'*ectocondyle* sont peu marqués, à peine distincts des épicondyles.

L'*entépicondyle* et l'*ectépicondyle* sont très développés et font supposer l'existence de forts muscles supinateurs, fléchisseurs et extenseurs de la main.

L'ectépicondyle est pourvu d'une gouttière assez profonde, qui n'a pas échappé à M. Lemoine. Ce naturaliste s'exprime (3), à son égard, de la façon suivante :

« Le bord radial de cette même extrémité présente un sillon
» sans doute vasculaire qui entame profondément la face corres-
» pondante de l'os. Sous l'influence de l'âge ce sillon tend à se
» transformer en un canal à son extrémité inférieure. »

Trouvant cette description un peu vague et étant, d'autre part, vivement intéressé par la gouttière en question, j'ai entrepris une étude comparative, dont je vais faire connaître brièvement, quitte à y revenir plus tard, les principaux résultats.

L'extrémité distale de l'humérus des Vertébrés amniotes peut être munie soit de deux canaux, soit d'un seul, adoptant éventuellement la forme de gouttière ou d'échancrure. Nous traiterons de ces canaux successivement aux points de vue ci-après :

(1) V. Lemoine, *Étude sur les caractères génériques*, etc., p. 31.
(2) V. Lemoine, *Étude sur les caractères génériques*, etc., p. 32.
(3) V. Lemoine, *Étude sur les caractères génériques*, etc., p. 32.

α) Caractères;

β) Répartition;

γ) Utilité;

δ) Cause de la disparition, là où ils manquent;

ϵ) Origine.

α) CARACTÈRES DES CANAUX

ENTÉPICONDYLIEN.

Position : Percé dans l'entépicondyle.

Formation : Constitué (*Felis leo*), d'après M. Sutton (1) dont je puis confirmer l'observation, par l'épiphyse distale et la diaphyse de l'humérus.

Fonction : Sert au passage du nerf médian et de l'artère brachiale.

Dégénération : Il peut :

α_1) Dégénérer, sur les squelettes macérés, en une échancrure.

β_1) Être limité presque entièrement par un simple pont ligamenteux, allant d'un point de la diaphyse de l'humérus à un autre.

γ_1) Manquer totalement.

ECTÉPICONDYLIEN.

Position : Percé dans l'ectépicondyle.

Formation : Complètement fermé par la diaphyse de l'humérus, mais prolongé par l'épiphyse distale du même (*Oreocephalus*).

Fonction : Sert au passage du nerf radial.

Dégénération : Il peut :

α_1) Dégénérer, sur les squelettes macérés, en :

α_2) Une gouttière;

β_2) Une échancrure.

β_1) Manquer totalement.

β) RÉPARTITION. — Nous nous occuperons de la répartition des canaux épicondyliens, ou de leurs dérivés, dans l'ordre suivant :

α_1) Présence, à l'état normal :
- α_2) Des deux canaux, ou de leurs dérivés;
- β_2) Du canal entépicondylien, ou de ses dérivés;
- γ_2) Du canal ectépicondylien, ou de ses dérivés.

β_1) Présence à l'état atavistique;

α_2) Possèdent, à la fois, le canal entépicondylien et le canal ectépicondylien :

1. *Brithopus* (2);
2. *Hatteria* (3).

Possède, simultanément, le canal entépicondylien et une échancrure ectépicondylienne :

1. *Phascolomys.*

(1) J. B. SUTTON, *On the Nature of Ligaments* (Part II) (JOURNAL OF ANATOMY AND PHYSIOLOGY, Octobre 1884, p. 39, et pl. III, fig. 6).

(2) R. OWEN, *Evidences of Theriodonts*, etc., p. 353.

(3) L. DOLLO, *Notes erpétologiques*, etc., pp. 547 et 548.

β_2) Ca

I. ORNITHODELPHES.		II. DIDELPHES.		1. ADÉCIDUATES. 1. Artiodactyles.	2. Tylopodes.	3. Périssodactyles.	4. Siréniens et Cétacés.	5. Édentés.		2.
1. Echidna.	×	1. Dasyurus.	×o	o	o	o	o	1. Bradypus.	×o	1. Amphic
2. Ornithorhynchus.	×	2. Didelphys.	×					2. Chlamyphorus.	×	2. Arctict
		3. Hypsiprimnus.	×					3. Cholœpus.	×	3. Bassari
		4. Macropus.	×					4. Dasypus.	×	4. Bdeoga
		5. Myrmecobius.	×					5. Glyptodon.	o	5. Canis.
		6. Perameles.	×					6. Manis.	×	6. Cercole
		7. Petaurus.	×o					7. Myrmecophaga.	×	7. Cynælu
		8. Phalangista.	×o					8. Megatherium.	o	8. Cynoga
		9. Phascogale.	×							9. Enhydr
		10. Phascolarctos.	×							10. Euplerc
		11. Tarsipes.	o							11. Felis.
		12. Thylacinus.	o							12. Gulo.
										13. Herpes
										14. Hyæna
										15. Lutra.
										16. Meles.
										17. Mellivo
										18. Mephiti
										19. Mustela
										20. Mydau
										21. Nasua.
										22. Nimrav
										23. Palæoc
										24. Parado
										25. Procyo
										26. Rhyzæ
										27. Smilodo
										28. Toxothe
										29. Ursus.
										30. Viverra.

N. B. × signifie présent ; o signifie absent ; ×o signifie tantôt présent, tantôt absent.

(1) W. GRUBER, *Monographie des Canalis supracondyloïdeus humeri und des Processus supracondylo* Pétersbourg par divers savants et lus dans ses assemblées, 1859). 6

(2) E. D. Cope, *On the extinct Cats of America* (AMERICAN NATURALIST, Décembre 1880, p. 854).

(3) E. D. COPE, *Extinct Cats*, etc., p. 854.

(4) A. FILHOL, *Observations relatives au mémoire de M. Cope intitulé : Relations des horizons ren*

rlien :

(1).

III. MONODELPHES.

2. DÉCIDUATES.

…IRES.				2. DISCOPLACENTAIRES.								
…ipèdes.		3. Hyracoïdiens.	4. Proboscidiens.	1. Prosimiens		2. Rongeurs.		3. Insectivores.		4. Chéiroptères.	5. Primates.	
	o	o	o	1 Adapis (4).	×	1 Anomalurus.	×	1. Centetes.	×	o	1. Ateles.	o
	×			2. Avahis.	×	2. Arctomys.	×	2. Chrysochloris	×		2. Callithrix.	×o
…hus	×			3. Chirogaleus	×	3. Capromys.	o	3. Condylura.	×		3. Cebus.	×
				4. Galago.	×	4. Castor.	o	4. Erinaceus.	×o		4. Cercopithecus.	×o
				5. Lemur.	×	5. Cavia.	o	5. Galeopithecus	×		5. Chrysothrix.	×
				6. Lichanotus.	×	6. Cercolabes.	o	6. Macroscelides	×		6. Cynocephalus.	o
				7. Tarsius.	×	7. Cricetus.	×	7. Myogale.	×		7. Gorilla.	o
						8. Dasyprocta.	o	8. Rhynchocyon	×		8. Hapale.	×o
						9. Dipus.	o	9. Sorex.	×		9. Hylobates.	o
						10. Hydrochærus.	o	10. Talpa.	×		10. Lagothrix.	o
						11. Heliophobius.	o	11. Tupaïa.	×		11. Macacus.	o
						12. Hypudæus.	o				12. Mycetes.	o
						13. Hystrix.	o				13. Nyctipithecus.	×
						14. Lemnus.	o				14. Pithecia.	×
						15. Lepus.	o				15. Semnopithecus	o
						16. Meriones.	×				16. Simia.	o
						17. Mus.	o				17. Troglodytes.	o
						18. Myoxus.	×					
						19. Octodon.	o					
						20. Pedetes.	×					
						21 Sciurus.	×					
						22. Spermophilus.	×					

…*e der Säugethiere und des Menschen* (Mémoires présentés à l'Académie impériale des Sciences de Saint-

…*animaux fossiles en Europe et en Amérique* (ANN. D. SC. GÉOL., XIV, art. n° 5, p. 46 et pl. XII, fig. 1 et 2).

REPTILES.

1. Anomodontes.		2. Chéloniens.	3. Crocodiliens.	4. Dinosauriens.	5. Ichthyosauriens.	6. Lacertiliens.	7. Mosasauriens.	8. Ophidiens.	9. Plésiosauriens	10. Ptérosauriens	11. Simœdosauriens.	12. Thériodontes.	
1. Dicynodon (1).	×	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	1. Cynochampsa (3).	×
2. Platypodosaurus (2).	×											2. Cynodrakon (4).	×
												3. Galesaurus (5).	×

(1) R. Owen, *Description of the fossil Reptilia of South Africa in the Collection of the British Museum*, p. 35, et pl. XXVII, fig. 1, *k*. London, 1876.

(2) R. Owen, *Description of parts of the Skeleton of an Anomodont Reptile* (Platypodosaurus robustus, *Ow.*) *from the Trias of Graaf Reinet, S. Africa* (Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1880, p. 418 et pl. XVI, fig. 7, *o*).

(3) R. Owen, *Fossil Reptilia of South Africa*, p. 20, et pl. XIX, fig. 3, 4, 5, *k*.

(4) R. Owen, *Fossil Reptilia of South Africa*, p. 19, fig. 1; *Evidence of a carnivorous Reptile* (Cynodraco major, *Ow.*) *about the size of a lion, with remarks thereon* (Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1876, p. 98, et pl. XI, fig. 6, *k*).

(5) R. Owen, *Fossil Reptilia of South Africa*, p. 23.

Échancrure entépicondylienne.

1. Petaurus sciureus (1).

γ_2) Canal ectépicondylien.

Mammifères : absent.

REPTILES.

1. Anomodontes.	2. Chéloniens.		3. Crocodiliens.	4. Dinosauriens.	5. Ichthyosauriens.	6. Lacertiliens.		7. Mosasauriens.	8. Ophidiens.	9. Plésiosauriens.		10. Ptérosauriens.	11. Simœdosauriens.	12. Thériodontes.
o	1. Chelonia.	Xo	o	o	o	1. Agama.	X	o	o	1. Neusticosaurus (2).	X	o	o	o
	2. Macro-					2. Ameiva.	o			2. Nothosaurus (3).	X			
	chelys.	X				3. Basiliscus.	o							
	3. Sphargis.	X				4. Celestus.	X							
	4. Testudo.	Xo				5. Chameleo.	o							
	5. Trionyx.	X				6. Cordylus.	X							
						7. Corytophanes.	o							
						8. Ctenosaura.	X							
						9. Cycoldus.	o							
						10. Gecko.	X							
						11. Grammatophora.	o							
						12. Gerrhosaurus.	X							
						13. Hydrosaurus.	X							
						14. Iguana.	X							
						15. Lacerta.	X							
						16. Leiolepis.	o							
						17. Lophyrus.	o							
						18. Monitor.	X							
						19. Oreocephalus.	X							
						20. Plestiodon.	X							
						21. Pseudocordylus.	X							
						22. Stellio.	X							
						23. Tejus.	o							
						24. Thecadactylus.	X							
						25. Uromastix.	X							
						26. Uroplates.	X							

N. B. X signifie présent ; o signifie absent ; Xo signifie tantôt présent, tantôt remplacé par une gouttière.

(1) W. GRUBER, *Monographie*, etc., p. 65.

(2) H. G. SEELEY, *On* Neusticosaurus pusillus, *Fraas, an amphibious Reptile having affinities with the terrestrial* Nothosauria *and with the marine* Plesiosauria (QUART. JOURN. GEOL. SOC. LONDON, 1882, p. 362).

(3) H. G. SEELEY, *Neusticosaurus*, p. 361.

Gouttière ectépicondylienne :

Mammifères : absente.
Reptiles :

Chéloniens :

1. *Chelonia.*
2. *Podocnemis.*
3. *Testudo.*

Crocodiliens :

1. *Belodon* (1).
2. ? *Stagonolepis* (2).

Lacertiliens :

1. *Protorosaurus* (3).

Simœdosauriens :

1. *Champsosaurus.*

Échancrure ectépicondylienne :

Mammifères (4) :

1. *Didelphys.*
2. *Halmaturus.*
3. *Hypsiprymnus.*
4. *Macropus.*
5. *Myrmecophaga.*
6. *Phascolarctos.*
7. *Phascolomys.*

Reptiles : absente.

β_1) Le canal entépicondylien réapparaît atavistiquement (2,7 %), chez l'homme (5) :

α_2) Sous forme d'échancrure (6) sur le squelette macéré, c'est-à-

(1) H. v. Meyer, *Reptilien aus dem Stubensandstein des oberen Keupers. Belodon* (Paleontographica, 1859-61, p. 330, et pl. XL, fig. 4-9). Il est particulièrement intéressant de noter que les Crocodiliens possédaient encore, durant le stade *Parasuchia*, de fortes traces du canal ectépicondylien, traces ayant complètement disparu chez les Crocodiliens actuels, qui sont, comme on sait, au stade *Eusuchia.*

(2) T. H. Huxley, *The Crocodilian remains found in the Elgin Sandstones with remarks on the Ichnites of Cummingstone* (Memoirs of the Geological Survey of the United Kingdom. London, 1877, pl. VII, fig. 7).

(3) H. v. Meyer, *Saurier aus dem Kupferschiefer*, etc., pl. I, fig. 1.

(4) W. Gruber, *Monographie*, etc., p. 96.

(5) G. Ruge, *Beiträge zur Gefässlehre des Menschen* (Morphologisches Jahrbuch, vol. IX, p. 340).

(6) H. Leboucq, *Le foramen supracondyloïdien interne de l'humérus humain* (Annales de la Société de médecine de Gand, 1877).

dire qu'il est limité à la fois par le *processus supracondyloïdeus humeri* et par un pont ligamenteux. Fait très curieux, cette réapparition peut devenir héréditaire, ainsi que l'a signalé Struthers.

β_2) Simplement limité, en dehors de la diaphyse proprement dite de l'humérus, par un pont ligamenteux (1).

γ) UTILITÉ. — Home et Tiedemann croyaient que le pont osseux, bornant, en partie, le canal entépicondylien, avait pour but de protéger le nerf médian et l'artère brachiale, chez ces animaux qui emploient leurs membres antérieurs à saisir, fouir, nager ou grimper. Mais, comme l'a fait justement remarquer M. Gruber, il y a quantité d'espèces voisines, dont les unes possèdent le pont osseux susmentionné, tandis qu'il manque aux autres (2). L'interprétation de Home et Tiedemann ne saurait évidemment expliquer cette singulière répartition et, pour cette raison, elle devient sans valeur.

M. Gruber ayant observé, d'autre part, que, dans trente-huit cas sur quarante et un, où le *processus supracondyloïdeus humeri* s'est montré, le muscle rond pronateur y prenait, au moins partiellement, son origine, supposa qu'il devait y avoir une relation intime entre les deux formations.

Cependant, ainsi que M. Ruge (3) le dit avec raison, cette dépendance du canal entépicondylien et du rond pronateur n'existe que chez l'homme (4) et, par suite, peut bien être une disposition secondaire.

En résumé, la véritable utilité des canaux épicondyliens nous est actuellement inconnue.

δ) CAUSE DE LA DISPARITION. — D'après M. Ruge (5), les pulsations de l'artère brachiale auraient usé le pont osseux qui ferme le canal entépicondylien. Ces pulsations auraient agi le plus énergiquement chez ces animaux où la torsion de l'humérus a donné à l'artère prénommée un trajet indirect qu'elle tend à quitter pour retrouver son cours normal primitif. Des exemples d'une semblable usure de l'os par les vaisseaux nous sont, écrit le savant allemand, fournis, dans le crâne, par les *sulci meningei* et, pour la colonne vertébrale, dans les cas d'anévrisme de l'aorte.

(1) G. RUGE, *Beiträge*, etc., p. 340.

(2) Tels sont, par exemple, tous les Félins, qui ont un canal entépicondylien, à l'exception du *Smilodon*.

(3) G. RUGE, *Beiträge*, etc., pp. 341 et 342.

(4) Comme on le voit très bien planche IX, figures 6 et 7.

(5) G. RUGE, *Beiträge*, etc., p. 343.

Sans vouloir rejeter cette explication, je ferai pourtant remarquer qu'elle est inapplicable au canal ectépicondylien. En effet, Bojanus, qui nous a laissé une anatomie détaillée de la Tortue d'Europe (1), ne mentionne dans ce canal qu'un nerf et point de vaisseaux. On ne peut admettre, d'ailleurs, que ceux-ci lui aient échappé, puisque l'illustre zoologiste consacre une bonne partie de son ouvrage au système vasculaire. Enfin, je dois avouer, quoique je n'aie pas la prétention d'être un anatomiste, que mes observations me conduisent au même résultat.

ε) ORIGINE. — L'origine des canaux épicondyliens nous est totalement inconnue, à moins qu'on ne veuille se contenter de l'hypothèse de M. Ruge (2), que le canal entépicondylien provient des Reptiles, où il doit sa naissance à des dispositions spéciales de la musculature, au sujet desquelles le naturaliste de Heidelberg ne s'étend point.

Pour en revenir au Champsosaure, le sillon de son humérus est donc une gouttière ectépicondylienne renfermant le nerf radial et non uniquement des vaisseaux comme le suggère sans preuve M. Lemoine (3).

C'est un devoir agréable pour moi, au moment de terminer cette notice, que d'adresser mes meilleurs remercîments à M. G. A. Boulenger, du British Museum, qui m'a fourni des renseignements précieux pour la rédaction de ce travail, et à mon excellent ami M. P. Pelseneer, qui a bien voulu faire, à mon intention, diverses préparations et croquis.

(1) L. H. BOJANUS, *Anatome Testudinis Europææ*, p. 52, fig. 56, 9. Vilna, 1819-21.

(2) G. RUGE, *Beiträge*, etc., p. 341.

(3) V. LEMOINE, *Étude sur les caractères génériques*, etc., p. 32.

PLANCHE VIII.

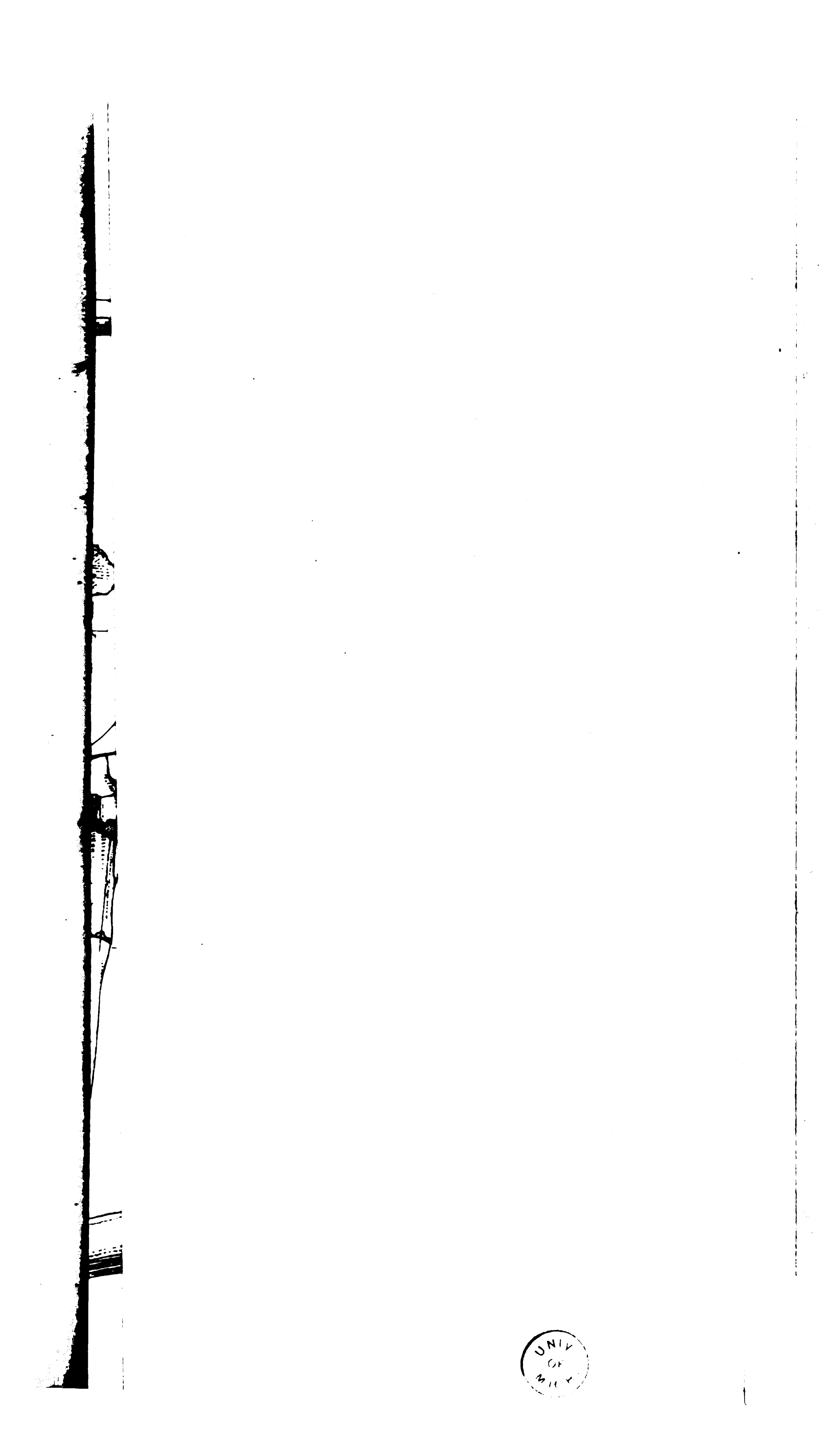
EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII.

Colonne vertébrale du *Champsosaurus* et ses appendices ($^1/_1$).

Signes communs à toutes les figures :

a Neurapophyses, en général.
a_1 — de l'Atlas.
b Centres, en général.
b_1 Centre de l'Atlas.
c Hypapophyse proatlanto-atlantique.
c' — atlanto-axoïdienne.
d Diapophyse.
d' Champ diacostoïdal.
d'' Facettes diacostoïdales.
d_1 Diacostoïde caudal.
e Suture neuro-centrale.
f Prézygapophyse.
g Parapophyse.
g' Champ paracostoïdal.
g'' Facette paracostoïdale.
h Postzygapophyse.
i Champ neurapophysien.
k Lame des neurapophyses.
l Paradiapophyse.
l' Champ paradiacostoïdal.
l'' Facettes paradiacostoïdales.
m Canal rachidien.
n Champs centroïdaux de l'axis.
o Champ pour le centre de l'Atlas.
p — pour l'hypapophyse atlanto-axoïdienne.
q Champs centroïdaux de l'Atlas pour l'occipital.
r Surface articulaire du pseudocentre de l'Atlas pour l'occipital.
s Facettes articulaires pour la réception des os chevrons.
t Crête hypapophysienne vertébrale.
u Capitulo-tuberculum.
v Capitulum.
x Tuberculum.
y Cou de la côte.
z Extrémité distale claviforme d'une côte dorsale.

FIG. 1. — Les six premières vertèbres cervicales. Profil gauche.
FIG. 2. — Vertèbre dorsale. Profil gauche.
FIG. 3. — Vertèbre sacrée. Profil gauche.
FIG. 4. — La même. Profil droit.
FIG. 5. — Quatrième vertèbre cervicale. Vue caudale.
FIG. 6. — Portion de côte dorsale.
FIG. 7. — Vertèbre dorsale. Vue craniale.
FIG. 8. — Vertèbre sacrée. Vue caudale.
FIG. 9. — Extrémité proximale d'une côte dorsale.
FIG. 10. — Vue craniale du complexe atlanto-axoïdien.
FIG. 11. — Vue craniale de l'axis.
FIG. 12. — Vue de face du capitulo-tuberculum de la côte, fig. 9.
FIG. 13. — Vertèbre caudale du type β. Vue de profil.
FIG. 14. — — — γ —
FIG. 15. — — — — — (plus loin du sacrum).
FIG. 16. — — — δ —
FIG. 17. — Vue ventrale d'une vertèbre caudale du type γ.
FIG. 18. — — — dorsale.
FIG. 19. — — — cervicale.
FIG. 20. — — d'une des premières vertèbres caudales.
FIG. 21. — Extrémité proximale d'une côte cervicale.
FIG. 22. — Paradiacostoïde sacré.
FIG. 23. — Vue médiale d'un autre paradiacostoïde sacré.
FIG. 24. — — du paradiacostoïde sacré, fig. 22.
FIG. 25. — Côte cervicale.
FIG. 26 et 27. — Surfaces articulaires (capitulum et tuberculum) de deux côtes cervicales.
FIG. 28. — Paradiacostoïde sacré, fig. 23.



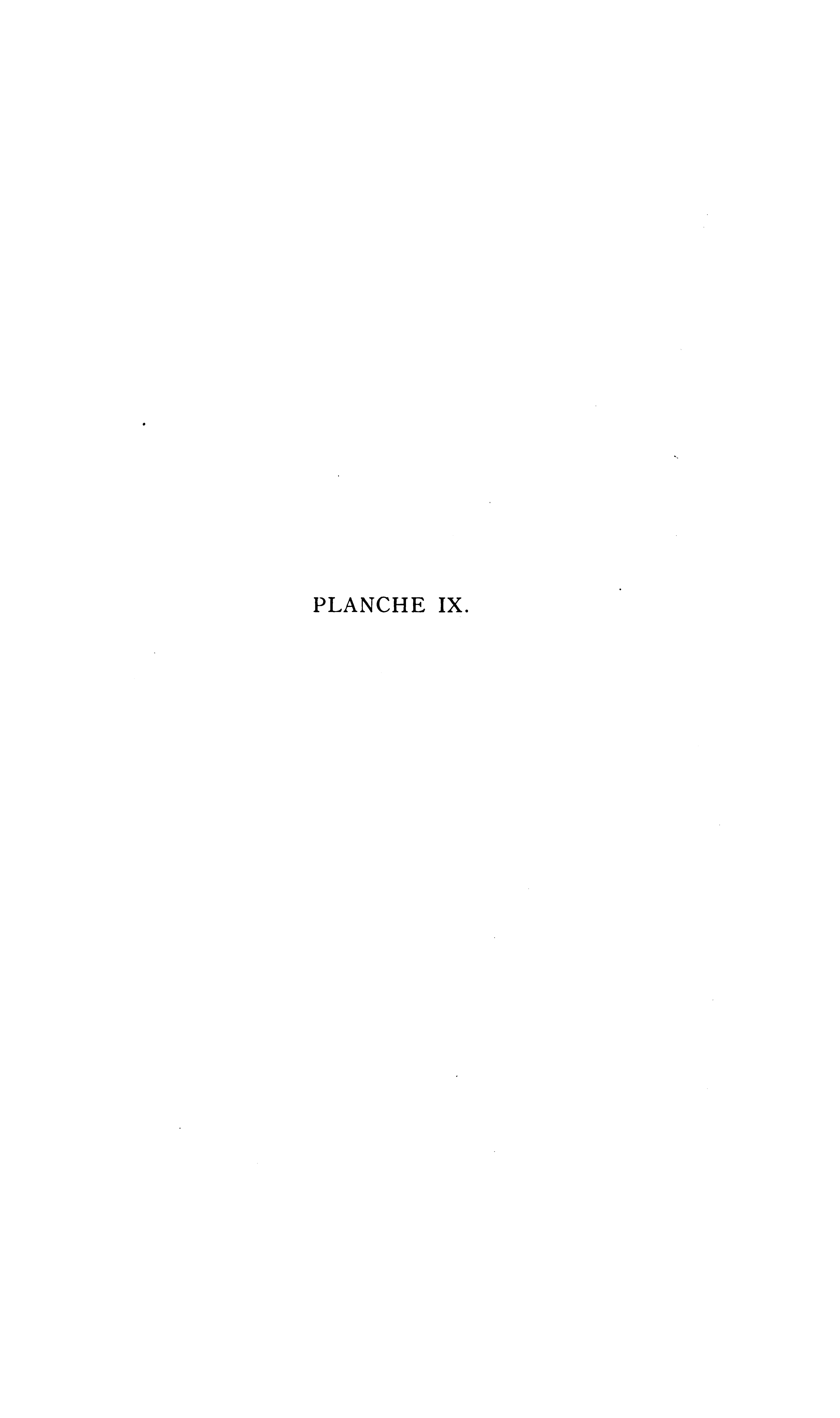


PLANCHE IX.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX.

Signes communs à toutes les figures :

a Tête de l'humérus.
b Entotubérosité.
c Ectotubérosité.
d Gouttière bicipitale.
e Crête delto-pectorale.
f Crête supinatrice.
g Entépicondyle.
h Ectépicondyle.
i Entocondyle.
k Ectocondyle.
l Canal entépicondylien.
m — ectépicondylien.
n Échancrure entépicondylienne.
o — ectépicondylienne.
p Gouttière ectépicondylienne.
q Nerf médian.
r — cubital.
s Artère brachiale.
t Nerf radial.
x Muscle rond pronateur.
y Apophyse entépicondylienne.
z Position du canal entépicondylien absent.
a' Cubitus.
b' Radius.
c' Apophyse styloïde du cubitus.
d' Tête du radius.
e' Éminence bicipitale du même.
f' Ectotubérosité du même.
g' Clavicule.
h' Interclavicule.
i' Tubercule infraglénoïdien.
k' Surface glénoïdienne de l'omoplate.
l' — coracoïdienne de l'omoplate.
m' Sus-omoplate.
n' Omoplate.
o' Coracoïde.
p' Foramen supracoracoïdien.
q' Humérus.
r' Olécrâne.
s' Apophyse coronoïde du cubitus.
t' *M. anconeus*
u' Tête scapulaire du même.
v' — humérale médiale.
x' — — latérale.
y' — cubitale.
z' Fossette claviculaire.
a'' Lieu d'insertion de la tête coracoïdienn *m. anconeus*.
b'' Épine de l'omoplate.
c'' Acromion.
d'' Cavité glénoïde.
e'' Foramen suprascapulaire.
f'' Tubercule omo-hyoïdien.
g'' Bord coracoïdien de l'omoplate.
h'' — glénoïdien de l'omoplate.
i'' Fosse postscapulaire.
k'' — préscapulaire.
l'' Bord suprascapulaire.
m''n'' Vraie largeur du coracoïde en cet endi
o'' Surface glénoïdienne du coracoïde.

FIG. 1. — Humérus du *Champsosaurus* (1/2). Vue radiale.
FIG. 2. — Humérus du *Champsosaurus* (1/2). Vue cubitale.
FIG. 3. — Humerus du *Champsosaurus* (1/2). Vue postaxiale.
FIG. 4. — Humérus de *Chelonia*. Vue postaxiale.
FIG. 5. — Humérus d'*Uromastix*. Vue préaxiale.
FIG. 6. — Humérus, cubitus et radius de *Felis leo*. Vue préaxiale.
FIG. 7. — Humérus, cubitus et radius de *Felis leo*. Vue cubitale.
FIG. 8. — Humérus de *Cynodraco* (d'après Sir. R. Owen). Vue préaxial .
FIG. 9. — Humérus de *Smilodon* (d'après M. Cope). Vue préaxiale.
FIG. 10. — Humérus de *Hatteria*. Vue préaxiale.
FIG. 11. — Humérus de *Hatteria*. Vue postaxiale.
FIG. 12. — Humérus humain avec apophyse entépicondylienne (d'après M. Leboucq). Vue préax
FIG. 13. — Humérus de *Phascolomys*. Vue préaxiale.
FIG. 14. — Omoplate de *Mycetes* (d'après M. St-George Mivart). Vue externe.
FIG. 15. — Omoplate de *Champsosaurus* (1/1). Vue externe.
FIG. 16. — Sus-omoplate, omoplate, coracoïde, clavicule, humérus, cubitus et radius d'*Uromastix* le *m. anconeus*.
FIG. 17. — Omoplate de *Champsosaurus* (1/1). Vue glénoïdienne.
FIG. 18. — Omoplate et coracoïde de *Champsosaurus* (1/1). Vue glénoïdienne.
FIG. 19. — Clavicule droite et interclavicule de *Champsosaurus* (1/1). Vue ventrale.

REVUE CRITIQUE DES OISEAUX DE LA FAMILLE DES BUCÉROTIDÉS;

PAR

M. ALPH. DUBOIS,

Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique.

Une revision des oiseaux de la famille des Bucérotidés paraîtra peut-être oiseuse aux personnes qui ont entre les mains la monographie de M. Elliot, si brillamment illustrée par M. Keulemans. Mais nous avons jugé qu'elle était nécessaire pour réduire à leur juste valeur les nombreux genres et espèces admis par cet auteur.

Le principal caractère des Calaos est d'avoir un bec énorme, ordinairement surmonté d'une espèce de casque plus ou moins développé. La forme de ce casque, qui varie parfois d'une espèce à l'autre, a servi presque uniquement pour caractériser les genres; on est ainsi arrivé à avoir à peu près autant de genres qu'il y a d'espèces. C'est surtout Bonaparte qui a ouvert la voie à cet abus, suivi par plusieurs auteurs récents. M. Elliot adopte dix-neuf genres, dont quatre à peine sont acceptables; M. Sundevall les réduit même à trois (*Rhinoplax, Buceros, Bucorax*).

Certaines formes spécifiques sont sujettes à de petites variations, non climatériques mais individuelles, qui ont servi à créer plusieurs espèces purement nominales. Dans ces derniers temps les voyageurs naturalistes ont rapporté un grand nombre de Calaos, et l'on a pu ainsi constater que quelques formes admises comme espèces ne sont en réalité que des variétés accidentelles assez fréquentes. En effet, quand on a sous les yeux une série de certains Calaos, du *Buceros fistulator,* par exemple, on remarque que la disposition des teintes sur les rémiges et les rectrices varie souvent d'un individu à l'autre, et qu'elle n'est même pas toujours symétrique. Ce phénomène est assez fréquent, et nous le signalerons dans les descriptions spécifiques chaque fois que nous l'aurons pu constater.

Nous continuerons à considérer l'espèce comme variable et à admettre dans un même groupe spécifique la forme-type, c'est-à-dire la plus anciennement connue, et les variétés qui n'en diffèrent

que par des caractères d'un ordre très secondaire. La *variété*, comme nous l'entendons, correspond donc à la *race* ou à la *sous-espèce* de certains auteurs (1).

Nous avons pensé être agréable à beaucoup d'ornithologistes en leur donnant une courte description de toutes les espèces et variétés connues. La synonymie des Calaos est fort embrouillée, et leur étude est, par conséquent, très difficile quand on n'a pas à sa disposition tous les ouvrages nécessaires.

Les auteurs qui se sont plus ou moins occupés des oiseaux de cette famille sont les suivants :

Linné, *Systema naturæ* (1766), ne mentionne que quatre espèces.
Forster, *Indische Zoologie* (1781).
Boddaert, *Tableaux des planches enluminées* (1783).
Gmelin, *Systema naturæ* (1788).
Lathem, *Index ornithologiæ* (1790).
Le Vaillant, *Histoire naturelle d'oiseaux nouveaux et rares de l'Amérique et des Indes* (1801).
Le même, *Histoire naturelle des oiseaux d'Afrique* (1806).
Shaw, *General Zoology* (1811).
Bechstein, *Kurze Uebersicht aller bekannten Vögel* (1811).
Vieillot, *Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle* (1816).
Temminck, *Planches coloriées* (1820-1839).
Wagler, *Systema avium* (1827).
Hemprich et Ehrenberg, *Symbolæ physicæ*, etc. (1828).
Cuvier, *Le règne animal* (1829).
Lesson, *Traité d'Ornithologie* (1831).
Rüppell, *Neue Wirbelthiere zu der Fauna von Abyssinien* (1835-1840).
G. R. Gray, *Genera of Birds* 1844-1849).
Bonaparte, *Conspectus generum avium* (1850).
Le même, *Conspectus volucrum anisodactylorum* (1854).
Cabanis et Heine, *Museum heineanum* (1860).
Schlégel, *Museum d'histoire naturelle des Pays-Bas* (1862).
von Heuglin, *Ornithologie Nordost-Afrika's* (1871).
Elliot, *A Monograph of the Bucerotidæ* (1882).

Plusieurs auteurs ont décrit des espèces nouvelles dans divers recueils scientifiques que nous indiquerons plus loin quand il en sera question. Parmi ceux qui ont le plus contribué dans ces derniers temps à compléter l'histoire des Bucérotidés, nous pouvons signaler MM. Barboza du Bocage, Blyth, Cabanis, Cassin, Elliot, Hartlaub, Jerdon, Reichenow, Schlégel, Sharpe, etc.

(1) Voy. ce que nous avons dit antérieurement sur la variabilité dans le *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XXXVIII (1874), pp. 124 et 488, dans notre *Manuel de Zoologie*, p. 106, et dans le *Bulletin du Musée*, t. I, p. 81.

Famille des BUCÉROTIDÉS. — BUCEROTIDÆ.

Car. — Bec très grand, comprimé, plus ou moins recourbé, à arête lisse et élevée ou surmonté d'une espèce de casque de forme variable, à bords des mandibules presque toujours sinueux ou inégalement dentés; narines basales, arrondies, ouvertes, placées dans un sillon à la partie supérieure du bec; paupières garnies de cils très longs; ailes médiocres, amples, arrondies; queue de longueur variable mais jamais courte, composée de dix rectrices; tarses et doigts généralement courts, épais, largement scutellés; ongles médiocres, recourbés.

Les oiseaux de cette famille se distinguent, en outre, par un corps massif, allongé, un cou assez long et par le développement des organes de l'ouïe et de la vue. Ce qui frappe surtout dans leur organisation interne, c'est la grande légèreté du squelette; presque tous les os sont formés de cellules, à parois excessivement minces, toutes pneumatiques. Chez beaucoup, sinon chez toutes les espèces, l'air peut arriver jusque sous la peau, qui n'adhère que faiblement aux organes sous-jacents, et le tissu sous-cutané renferme de grandes poches remplies d'air.

M. Alph. Milne-Edwards a eu récemment l'occasion d'étudier la conformation de ces réservoirs aériens chez un Calao rhinocéros, et voici ce qu'il a observé :

« Les poches intra-thoraciques et abdominales ne présentent rien de particulier; mais de tous côtés le corps est entouré par des sacs aériens qui s'interposent entre la peau et la chair, excepté sur la ligne médiane et inférieure, au-dessous du brechet et de l'abdomen, où les téguments sont adhérents aux muscles; de chaque côté de cet espace naît un système de grandes poches qui d'abord occupent les flancs, puis se prolongent jusqu'à l'extrémité de l'aile et s'étendent ensuite en arrière, où on les suit, dans les membres inférieurs, jusqu'aux dernières phalanges des pieds. Ces sacs ne sont pas formés, comme chez les Pélicans et les Kamichis, par les mailles du tissu cellulaire : ils ont des parois propres et d'une grande solidité relative; la base des plumes fait saillie dans leur intérieur, mais l'air ne peut pénétrer dans les tuyaux qui restent fermés. De nombreuses brides fibreuses rattachent la peau aux muscles sous-jacents et des cloisons incomplètes, subdivisant les poches aériennes, servent en même temps à soutenir les nerfs et les vais-

seaux qui se rendent dans la peau. Quand tout ce système est distendu par l'air, le corps de l'oiseau acquiert un volume considérable.

» ... Indépendamment des poches sous-cutanées, on voit de chaque côté du coccyx un sac qui n'est qu'une dépendance du sac abdominal et qui s'étend jusqu'à la dernière vertèbre, en forme de soc de charrue, où il porte l'air, tandis que toutes les autres vertèbres coccygiennes ne sont pas pneumatisées (1).

» Il résulte de cette disposition que, pour son volume, le Calao rhinocéros est remarquablement léger; cet oiseau est environ de la grosseur d'un dindon, et c'est à peine si son poids dépasse 1500 grammes (2). »

Mœurs. — Les Calaos sont plus ou moins sociables et vivent généralement dans les forêts des plaines et des montagnes, où ils passent leur vie sur les arbres. Les *Bucorvus* seuls se tiennent à terre, mais il paraît qu'ils cherchent un refuge sur les arbres chaque fois qu'ils courent un danger; sauf ces derniers, tous marchent maladroitement, mais se meuvent avec aisance sur les arbres. Leur vol est très bruyant.

Ces oiseaux se nourrissent de petits vertébrés, d'insectes, de fruits, de baies, de graines et même de charognes; quelques-uns sont réellement omnivores.

Le mode de reproduction de la plupart des oiseaux de cette famille n'est pas encore connu; il paraît cependant qu'ils nichent dans les troncs d'arbres creux. On a observé chez plusieurs espèces, aussi bien indiennes qu'africaines, que, dès que la femelle se met à couver, le mâle ferme l'entrée du nid avec de la terre détrempée, et n'y laisse qu'un trou juste suffisant pour que la captive puisse y passer son bec et recevoir sa nourriture. La femelle reste ainsi emprisonnée jusqu'à ce que les petits éclosent et, pendant tout ce temps, le mâle lui apporte la nourriture qui lui est nécessaire (3). Le plus grand accord paraît régner entre le mâle et la femelle et ils retournent nicher chaque année dans le même tronc d'arbre, à moins qu'ils n'aient été troublés.

Classification. — Nous adopterons pour les Bucérotidés quatre genres, savoir : *Rhinoplax, Buceros, Alophius* et *Bucorvus.*

(1) Ce sont les seules pièces du squelette qui ne reçoivent pas d'air.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris*, t. XCIX, p. 833 (novembre 1884).

(3) Voy. pour la reproduction : AL. HUME, *Nests and Eggs of Indian Birds*, p. 112 (Calcutta, 1873); VON HEUGLIN, *op. cit.*, II, p. 720.



GENRE I : RHINOPLAX.

Rhinoplax, Glog. (1842). — *Buceroturus*, Bp. (1850).

Car. — Bec presque droit, conique, surmonté d'un casque convexe et tronqué en avant; côtés de la tête, cou et partie médiane du haut du dos nus; queue étagée, les deux rectrices médianes dépassant la queue de toute sa longueur.

1. RHINOPLAX SCUTATUS. — RHINOPLAX A CASQUE ROND.

BUCEROS VIGIL, Forst., *Ind. Zool.*, p. 40 (1781).
— SCUTATUS, Bodd., *Tabl. pl. enl.*, p. 55 (1783).
— GALEATUS, Gmel, *Syst. nat*, I, p. 360 (1788).
RHINOPLAX SCUTATUS, Glog., *Hand und Hilfsb.*, p. 335 (1842).
BUCEROTURUS GALEATUS, Bp., *Consp. gen. av.*, p. 89 (1850).
RHINOPLAX VIGIL, Ell., *Monogr. Buc.*, pl. X (1882).

Car. du mâle et de la fem. ad. — Parties nues et casque rouges; bec jaunâtre. Plumage général brun; ventre, plumes des jambes et sous-caudales blancs; rémiges noirâtres mais à extrémité blanche; queue d'un blanc un peu jaunâtre, traversée près de son extrémité par une bande brune; les deux longues rectrices médianes d'une couleur cendrée jaunâtre claire, mais également traversées près de leur extrémité par une bande noirâtre. Iris rouge; pattes d'un rouge sombre.

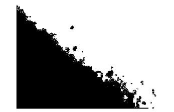
Taille : 0m,97 (1m,35 jusqu'à l'extrémité des rectrices médianes); ailes, 0m,50.

Hab. — Presqu'île de Malacca (*Blyth, Musée de Brux.*), Sumatra et Bornéo (*Schlégel*).

GENRE II : BUCEROS.

Buceros, Lin. (1766). — *Dichoceros*, *Meniceros*, Glog. (1842). — *Aceros*, Hodgs. (1844). — *Anthracoceros*, *Rhyticeros*, *Anorrhinus*, *Penelopides*, Reichb. (1850). — *Hydrocissa*, *Calao*, *Berenicornis*, Bp. (1850). — *Homraius*, *Hydrocorax*, *Cassidix*, *Ceratogymna*, *Tmetoceros*, *Meniceros*, Bp. (1854). — *Platyceros*, *Cranorrhinus*, *Bycanistes*, *Rhytidoceros*, *Sphagolobus*, Cab. et Hein. (1860). — *Ocyceros*, Davids. (1878). — *Limonophalus*, *Pholidophalus*, Ell. (1882).

Car. — Bec arqué, surmonté d'un casque plus ou moins développé, de forme variable, toujours fermé en avant, parfois remplacé par une crête cornée et élevée ou par une plaque sillonnée transversalement; tarses courts.



a) *Sous-genre :* CRANORRHINUS.

2. BUCEROS CORRUGATUS. — CALAO RIGOLAIRE.

BUCEROS CORRUGATUS, Tem., *Pl. col.*, 531 (1830).
— GRACILIS (fem.), Tem., *Pl. col.*, 535 (1832).
— RUGOSUS, Begb., *An. et Mag. nat. Hist.* (1847), p. 405.
CALAO CORRUGATUS, Bp., *Consp. gen. av.*, I, p. 90 (1850).
CASSIDIX CORRUGATUS, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 3 (1854)
HYDROCISSA MIGRATORIA, Maing., *Proc. As. Soc. Beng.* (1868), p. 196.
CRANORRHINUS CORRUGATUS, Wald., *Trans. Zool. Soc.*, VIII, p. 51 (1872).

Car. du mâle ad. — Bec jaune; casque rouge, plissé verticalement; tour des yeux et gorge nus. Dessus de la tête et partie postérieure du cou noirs; côtés de la tête et face antérieure du cou blancs; plumage général noir; moitié postérieure de la queue rousse. Iris brun; pattes noirâtres.

Taille : 0m,70; ailes, 0m,40.

Fem. — Entièrement noire sauf l'extrémité de la queue qui est rousse; bec et casque jaunes, ce dernier peu développé.

Hab. — Presqu'île de Malacca (*Diard, Musée de Brux.*), Sumatra et Bornéo (*Schlégel*).

3. BUCEROS CASSIDIX. — CALAO A CIMIER.

BUCEROS CASSIDIX, Tem., *Pl. col.*, 210 (1838).
CALAO CASSIDIX, Bp., *Consp. gen. av.*, I, p. 90 (1850).
CASSIDIX CASSIDIX, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 3 (1854).
CRANORRHINUS CASSIDIX, Cab. et Hein., *Mus. Hein.*, II, p. 173 (1860).

Car. du mâle ad. — Bec grand, jaune, avec trois ou quatre rides profondes à la base des deux mandibules et teintées en rouge; casque haut, arrondi, rouge; gorge et tour des yeux nus. Plumage général noir à reflets verdâtres; dessus de la tête d'un roux sombre; côtés de la tête et cou d'un jaune roussâtre; queue d'un blanc jaunâtre uniforme. Iris brun; pattes noirâtres.

Taille : 0m,87; ailes, 0m,43.

Fem. — Semblable au mâle, mais avec la tête et le cou également noirs.

Taille : 0m,80; ailes, 0m,42.

Hab. — Célèbes (*Schlégel*), Ménado (*Walden*), Macassar (*Wallace*).



4. BUCEROS LEUCOCEPHALUS. — CALAO A CASQUE SILLONNÉ.

BUCEROS LEUCOCEPHALUS, Vieill., *Nouv. dict. d'hist nat.*, IV, p. 592 (1816).
— SULCATUS, Tem., *Pl. col.*, 69 (1838).
TOCKUS SULCATUS, Bp., *Consp. gen. av.*, I, p. 91 (1850).
CALAO SULCATUS, Bp, *Consp. vol. anisod.*, p 3 (1854).
CRANORRHINUS LEUCOCEPHALUS, Wald., *Trans. Zool. Soc.*, 1875, p. 165, pl. XXVII.

Car. du mâle ad. — Ressemble à l'espèce précédente, mais plus petit. Bec et casque rouges, ce dernier sillonné; la mandibule inférieure offre également quelques sillons à sa base. Queue blanche, noire à son extrémité.

Taille : 0m,60 ; ailes, 0m,364.

Fem. — Tête et cou noirs, le reste comme chez le mâle.

Taille : 0m,53; ailes, 0m,286.

Hab. — Mindanao (*Temminck*), île Camiguin (*Elliot*).

5. BUCEROS WALDENI. — CALAO DE WALDEN.

CRANORRHINUS WALDENI, Sharpe, *Trans. Lin. Soc*, 2e sér., *Zool.*, t. I (1877). — Ell., *Monogr. Buc.*, pl. XVIII.

Car. du mâle ad. — Cette rare espèce nous est inconnue; voici la description d'après la planche de la monographie de M. Elliot : bec et casque rouges, ce dernier fortement sillonné dans le sens vertical; base de la mandibule inférieure sillonnée obliquement. Plumage général d'un noir verdâtre; tête et cou d'un roux sombre; queue roussâtre dans la majeure partie de son étendue, mais d'un noir verdâtre à la base et à son extrémité.

Taille : 0m,62 ; ailes, 0m,36 (d'après la figure citée ci-dessus).

La femelle est inconnue; elle est probablement plus petite avec la tête et le cou noirs, comme chez les espèces précédentes.

b) *Sous-genre :* BUCEROS.

6. BUCEROS RHINOCEROS. — CALAO RHINOCÉROS.

BUCEROS RHINOCEROS, Lin., *Syst. nat.*, I, p. 153 (1766).
— AFRICANUS, Gmel., *Syst. nat.*, I, p. 357 (1788).
— RHINOCEROS *var.* SUMATRANUS, BORNENSIS et INDICA, Mull. et Schl., *Verh. Geschied. Ned. Ind.* (1839-1844), p. 22.
— RHINOCEROIDES et SUBLUNATA, Tem., *Mus. Lugd.*; Bp., *Consp. gen. av.*, I, pp. 89, 90.

Car. du mâle et de la fem. ad. — Casque très grand, recouvrant la partie antérieure de la tête, retroussé en avant, rougeâtre, jaunâtre à sa partie retroussée; bec jaunâtre, plaque basilaire de la mandibule supérieure rouge, base de la mandibule inférieure noire. Plumage d'un noir bleuâtre; sus-caudales, queue, sous-caudales, bas-ventre et jambes blancs; queue traversée par une large bande noire. Iris d'un blanc jaunâtre; pattes brunes.

Taille : 0^m,94; ailes, 0^m,52.

Hab. — Presqu'île de Malacca (*Blyth*), Sumatra, Bornéo (*Wallace, Schlégel*), ? Hindoustan, Ceylan, Luçon (*Schlégel*).

BUCEROS RHINOCEROS *var.* SILVESTRIS.

BUCEROS SILVESTRIS, Vieill., *Nouv. dict. d'hist. nat.*, IV, p. 592 (1816).
— DIADEMATUS, Dumt., *Dict. sc. nat.*, VI, p. 203 (1817).
— NIGER, Ersch. u Grub., *Encycl.*, p. 286 (1824).
— LUNATUS, Tem., *Pl. col.*, 546 (1838).
— RHINOCEROS *var.* JAVANICA, Mull. et Schl., *Verh. Gesch. Ned. Ind.* (1839-1844), p. 22.
— RHINOCEROS LUNATUS, Schl., *Mus. P.-B.* (*Buceros*), p. 5 (1862).

Car. — Semblable au type dont cette variété ne diffère que par le casque, qui est rectiligne en dessus et non retroussé en avant, et par la bande noire de la queue qui est plus large.

Taille : 0^m,98; ailes, 0^m,53.

Hab. — Java (*Temminck*, etc.).

c) *Sous-genre* : DICHOCEROS.

7. BUCEROS BICORNIS. — CALAO BICORNE.

BUCEROS BICORNIS, Lin., *Syst. nat.*, I, p. 153 (1766).
— CAVATUS, Shaw, *Gen. Zool.*, VIII, p. 18 (1811).
— CRISTATUS, Vieill., *N. Dict. d'hist. nat.*, IV, p. 591 (1816).
— HOMRAI, Hogds., *Journ. As. Soc. Beng.*, 1832, p. 251.
DICHOCEROS CAVATUS, Glog., *Hand u. Hilfsb.*, p. 335 (1842).
HOMRAIUS BICORNIS, Bp., *Consp. vol. anis.*, p. 2 (1854).
DICHOCEROS HOMRAI, Hume, *Stray Feath.*, II, p. 470 (1874).
— BICORNIS, Cab. et Heine, *Mus. Hein.*, II, p. 173 (1860).

Mâle et fem. ad. — Casque aplati avec les bords relevés et s'avançant en pointe en simulant des cornes; casque et bec jaunâtres, ce dernier à base noire. Côtés antérieurs de la tête et gorge noirs; partie postérieure de la tête et cou d'un blanc jaunâtre; tronc noir; extrémité des grandes couvertures alaires et des rémiges, sus-caudales, queue, sous-caudales et jambes blanches; queue traversée par une large bande noire. Iris rouge, pattes noirâtres.

Taille : mâle, 1m,07; ailes, 0m,54; femelle, 0m,89; ailes, 0m,46.

Hab. — Indo-Chine, Malacca (*Blyth*), Sumatra (*Schlégel*).

d) *Sous-genre* : HYDROCORAX.

8. BUCEROS HYDROCORAX. — CALAO A CASQUE PLAT.

BUCEROS HYDROCORAX, Lin., *Syst. nat.*, I, p. 153 (1766).
— PLANICORNIS, Merr., Ersch. u. Grub., *Encycl.*, p. 287 (1824).
— PLATYRHYNCHUS, Pears., *Journ. As. Soc. Beng.*, 1841, p. 652.
HYDROCORAX PLANICORNIS, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 2 (1854).
PLATYCEROS HYDROCORAX, Cab. et Heine, *Mus. Hein.*, II, p. 174 (1860).

Mâle et fem. ad. — Casque large, plat en dessus et, de même que le bec, d'un rouge sombre. Côtés antérieurs de la tête et gorge d'un brun noirâtre; reste de la tête et cou d'un roux foncé avec une tache blanche sous la gorge; ailes et parties supérieures d'un brun cendré; rémiges noirâtres, les secondaires liserées de roussâtre; queue d'un blanc jaunâtre; poitrine et ventre d'un brun noirâtre; plumes des jambes et sous-caudales brunes variées de roux. Iris brun; pattes rougeâtres.

Taille : 0m,82; ailes, 0m,42.

Jeune. — Bec noir, fortement bombé en dessus (la forme du casque n'est pas encore indiquée). Tête, cou et parties inférieures



d'un blanc sale varié de roux au cou et aux jambes; parties supérieures et couvertures des ailes brunes, chaque plume, surtout les couvertures, plus ou moins bordée de blanc jaunâtre sale; rémiges brunes, les secondaires très largement bordées de blanc jaunâtre sale; queue d'un brun roussâtre, irrégulièrement terminée de blanc sale. (Cet individu, appartenant au Musée de Bruxelles, est plus jeune que celui décrit et figuré par M. Elliot.)

Hab. — Philippines (*Schlégel*), mais pas aux Moluques (*Salvadori*).

BUCEROS HYDROCORAX *var.* MINDANENSIS.

BUCEROS MINDANENSIS, Twed., *Proc. Zool. Soc.*, 1877, p. 543.
HYDROCORAX MINDANENSIS, Ell., *Monogr. Buc.*, pl. VIII (1882).

Mâle et fem. ad. — Semblables au type dont ils diffèrent par la base du bec qui est plus ou moins sillonnée et rouge comme le casque, tandis que la moitié terminale du bec est jaunâtre.

Hab. — Mindanao (*Tweddale*).

BUCEROS HYDROCORAX *var.* SEMIGALEATA.

BUCEROS SEMIGALEATUS, Twed., *Proc. Zool. Soc.*, 1878, p. 279.
HYDROCORAX SEMIGALEATUS, Ell., *Mon. Buc*, pl. IX (1882).

Mâle et fem. ad. — Diffèrent de la variété précédente par la forme du casque, qui s'avance en pointe pour se confondre avec le bord supérieur du bec.

Hab. — Ile de Leyte, l'une des Philippines (*Everett*).

e) *Sous-genre :* ANTHRACOCEROS.

9. BUCEROS CORONATUS. — CALAO VIOLET.

BUCEROS CORONATUS, Bodd., *Tab. Pl. enl*, p. 53 (1783).
— (PICA) NIGER, Scop., *Del. Flor. et Faun. Insub.*, II, p. 87 (1786).
— MALABARICUS, var., Lath., *Ind. orn.*, I, p. 144 (1790).
— DSCHINDSCHICUS, Lath. et Dav., *Faunula ind.*, p. 6 (1795).
— VIOLACEUS et MONOCEROS, Shaw, *Gen. Zool.*, VIII, pp. 8 et 19 (1811).
ANTHRACOCEROS CORONATUS, Reichb., *Syst. av.*, pl. XLIX (1850).
HYDROCISSA MONOCEROS, PICA et VIOLACEUS, Bp., *Consp. gen. av*, I, p. 90 (1850).
ANORRHINUS VIOLACEUS, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 2 (1854).
HYDROCISSA CORONATA, Horsf. et Moore, *Cat. B Mus. Ind. Comp.*, II, p. 588 (1856-1858).

Mâle et fem. ad. — Bec et casque jaunâtres, ce dernier élevé arrondi supérieurement et noir en avant sur les deux tiers de sor

étendue; base du bec noire; gorge nue sur les côtés, emplumée sur la ligne médiane. Plumage général noir; poitrine et les autres parties inférieures blanches; extrémité des rémiges et rectrices latérales blanches, les deux médianes noires. Iris rouge; pattes noirâtres.

Taille du mâle : 0m,76; ailes, 0m,33. La femelle est un peu plus petite et a moins de noir au casque.

Hab. — Hindoustan, Ceylan (*Blyth*), Sumatra (*Schlégel*).

10. BUCEROS CONVEXUS. — CALAO A CASQUE BOMBÉ.

BUCEROS ALBIROSTRIS, Horsf. (nec Shaw), *Trans. Lin. Soc.*, XIII, p. 175 (1821).
— MALABARICUS, Raffl. (nec Gmel.), *ibidem*, p. 291 (1822).
— CONVEXUS, Tem., *Pl. col.*, 530 (1838).
— VIOLACEUS, Hay (nec Shaw), *Madr. Journ.* (1844), p. 148.
— INTERMEDIUS, Blyth, *Journ. As. Soc. Beng.*, 1847, p. 994.
HYDROCISSA CONVEXA, Horsf. et Moore, *Cat. B. Mus. E. Ind. Comp.*, II, p. 591 (1856).
ANTHRACOCEROS CONVEXUS, Ell., *Monogr. Buc.*, pl. XII (1882).

Mâle et fem. ad. — Bec et casque jaunâtres, mais ce dernier avec une bande noire descendant obliquement d'avant en arrière. Même plumage que le *B. coronatus* mais d'une taille plus petite; noir; parties inférieures, extrémité des rémiges et rectrices latérales blanches. Iris d'un brun rougeâtre; pattes noirâtres.

Taille du mâle : 0m,68; ailes, 0m,31; femelle : 0m,54; ailes, 0m,28

Hab. — Malacca, Sumatra, Bornéo, Java (*Schlégel*).

11. BUCEROS MALABARICUS. — CALAO DE MALABAR.

BUCEROS MALABARICUS, Gmel., *Syst. nat.*, I, p. 359 (1788).
— ALBIROSTRIS, Shaw, *Gen. Zool.*, VIII, p. 13 (1811).
— LEUCOGASTER, Blyth, *Journ. As. Soc. Beng.*, 1843, p. 922.
— NIGRALBUS, Hogds., *Gr., Zool. Misc.*, p. 85 (1844).
— AFFINIS, Hutt., *Journ. As. Soc. Beng.*, 1849, p. 802.
HYDROCISSA ALBIROSTRIS, Horsf. et M., *Cat. B. E. Ind. Comp.*, II, p. 589 (1856).
— AFFINIS, Jerd., *B. Ind.*, I, p. 247 (1862).
— CORONATA, Aust., *Journ. As. Soc. Beng.*, 1870, p. 95.
ANTHRACOCEROS FRATERCULUS, Ell., *Ann. et Mag. N. H.* (1878), p. 85; *Bucer.*, pl. XIV.
— MALABARICUS, Ell., *Mon. Bucer.*, pl. XIII (1882).

Mâle et fem. ad. — Semblables à l'espèce précédente, mais d'une taille plus petite et la queue autrement colorée : rectrices médianes

noires dans toute leur étendue, les latérales noires avec leur tiers terminal blanc. Iris d'un brun rougeâtre; pattes d'un gris noirâtre.

Taille : 0m,50; ailes, 0m,26.

Hab. — Bengale, Népaul, Assam, Sylhet, Arracan, Ténasserim (*Blyth*), Java, Bornéo, Sumatra (*Schlégel*), Malacca (*Mus. Brux.*), Cochinchine (*Elliot*).

12. BUCEROS MALAYANUS. — CALAO MALAIS.

BUCEROS MALAYANUS, Raffl., *Trans. Linn. Soc.*, XIII, p. 292 (1823).
— ANTHRACICUS, Tem., *Pl. col.*, 592 (1838).
— BICOLOR, Eyt., *Proc Zool. Soc*, 1839, p. 104.
— ELLIOTTI, Hay., *Madr. Journ.*, 1844, p. 152
— NIGRIROSTRIS, Blyth, *Journ. As. Soc Beng.*, 1844, p. 995.
HYDROCISSA MALAYANA, Bp., *Consp. gen. av*, I, p. 90 (1850).
— NIGRIROSTRIS, Horsf. et M., *Cat. B. Mus. E. Ind. Comp.*, p. 593 (1856).
ANTHRACOCEROS MALAYANUS, Ell., *Monogr. Bucer.*, pl XV.

Mâle et fem. ad. — Bec et casque jaunâtres chez le mâle, noirs chez la femelle. Plumage d'un noir uniforme; extrémité des rectrices latérales blanche, les deux médianes entièrement noires et dépassant un peu les autres; on observe très souvent, aussi bien chez les femelles que chez les mâles, une bande blanche qui s'étend de chaque côté de la tête depuis les narines jusqu'à la nuque. Iris brun rougeâtre; pattes noirâtres.

Taille : mâle, 0m,70; ailes, 0m,33; femelle, 0m,60; ailes, 0m,29.

Hab. — Presqu'île de Malacca, Sumatra, Bornéo (*Blyth*), ? Hindoustan (*Schlégel*).

f) *Sous-genre :* CERATOGYMNA.

13. BUCEROS ELATUS. — CALAO A CASQUE ÉLEVÉ.

BUCEROS ELATUS, Tem., *Pl. col.*, 521, fig. 1 (le bec) (1838).
— CULTRATUS, Sundev., *Öfv. Kongl. Vet. Akad. Förh.*, 1849, p. 160.
BUCORVUS ELATUS, Bp., *Consp. gen. av.*, I, p. 89 (1850).
CERATOGYMNA ELATA, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 2 (1854).

Mâle ad. — Bec noir à casque très élevé et jaunâtre à sa moitié supérieure; côtés antérieurs de la tête, gorge et devant du cou nus. Plumage noir, tacheté sur le cou; queue blanche, mais les deux rectrices médianes noires; plumes de la tête allongées. Iris rouge; pattes noirâtres.

Femelle. — Bec et casque jaunâtres, ce dernier peu développé. Plumage général comme chez le mâle, mais la tête et le cou d'une teinte rousse.

Taille : mâle, $0^m,72$; ailes, $0^m,43$; femelle, $0^m,65$; ailes, $0^m,37$.

Hab. — Depuis Sierra Léone jusqu'au Gabon (*Schlégel*).

g) *Sous-genre* : SPHAGOLOBUS.

14. BUCEROS ATRATUS. — CALAO A CASQUE NOIR.

BUCEROS ATRATUS, Tem., *Pl. col.*, 558 (1838).
BUCORVUS ATRATUS, Bp., *Consp. gen. av*, I, p. 89 (1850).
TMETOCEROS ATRATUS, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 2 (1854).
BUCEROS POENSIS, Fras., *Ann. et Mag. N. H.*, 1855, p. 136.
SPHAGOLOBUS ATRATUS, Cab. et H., *Mus. Hein.*, II, p. 171 (1860).

Mâle ad. — Bec et casque noirs, ce dernier en rouleau très développé; côtés antérieurs de la tête et devant du cou nus, et cette peau nue forme une sorte de poche sur le devant du cou; gorge garnie de plumes noires; plumes de la tête allongées et formant une huppe. Tout le plumage noir à reflets bronzés; rectrices latérales blanches à leur tiers terminal. Iris brun; pattes noirâtres.

Femelle. — Bec plus ou moins varié de blanc et de noir, à casque beaucoup moins développé et comprimé par devant. Plumage général comme chez le mâle, mais la tête et le cou d'un roux foncé.

Taille : mâle, $0^m,83$; ailes, $0^m,42$; femelle, $0^m,70$; ailes, $0^m,36$.

Hab. — Ashantée (*Pel*), Fernando Po (*Fraser*), Côte-d'Or (*Schlégel*), Loango (*Reichenow*).

h) *Sous-genre :* LIMONOPHALUS.

15. BUCEROS MONTANI. — CALAO DE MONTANO.

BUCEROS MONTANI, Oust., *Bull. hebd. Ass. scient. France,* 1880, p. 205.
LIMONOPHALUS MONTANI, Ell., *Monogr. Bucer.*, pl. XXV (1882).

Car. — Cette espèce nous étant inconnue, nous reproduirons la description du type, complétée par une note manuscrite que M. Oustalet a bien voulu nous envoyer.

« Bec d'un noir mat, surmonté d'un casque haut de $0^m,03$, arrondi en dessus, aminci et coupé droit en avant et de même couleur que le bec. Plumage général d'un noir glacé de vert; queue entière-

ment blanche. Plumes de la tête décomposées, d'aspect laineux; l'aile est très obtuse, les secondaires arrivent au niveau des primaires; tour de l'œil dénudé.

» Taille : 0m,80; ailes, 0m,32. »

Hab. — Iles Sooloo ou Soulou (*Oustalet*).

i) *Sous-genre :* Bycanistes.

16. BUCEROS CRISTATUS. — CALAO HUPPÉ.

Buceros cristatus, Rüpp., *Faun. Abyss.*, p. 3, pl. I (1835).
Bucorvus cristatus, Bp., *Consp. gen. av.*, I, p. 89 (1850).
Tmetoceros cristatus, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 2 (1854).
Bycanistes cristatus, Cab. et H., *Mus. Hein.*, II, p. 172 en note (1860).

Mâle et fem. ad. — Partie supérieure du casque et base du bec jaunâtres, le reste noir. Plumage d'un noir verdâtre; plumes de la nuque allongées, celles des joues bordées de gris; dos en arrière du manteau, sus-caudales, sous-caudales, partie postérieure des jambes et dernier tiers des rectrices latérales blancs. Iris brun; pattes noirâtres.

La femelle a le casque moins développé et noirâtre comme le bec.

Taille : mâle, 0m,67; ailes, 0m,39; femelle, 0m,64; ailes, 0m,35

Hab. — Uganda (*Speke*); Abyssinie (*Rüppell*); sud du lac Tana, Godscham, Schoa (*de Heuglin*).

17. BUCEROS BUCCINATOR. — CALAO TROMPETTE.

Buceros buccinator, Tem., *Pl. col.*, 284 (1838).
Bucorvus buccinator, Bp., *Consp. gen. av.*, p. 89 (1850).
Tmetoceros buccinator, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 2 (1854).
Bycanistes buccinator, Cab. et H., *Mus. Hein.*, II, p. 171 (1860).

Mâle et fem. ad. — Bec et casque noirâtres. Plumage général noir, mais le dessus de la tête parfois tacheté de blanc; extrémité des rémiges secondaires, sus-caudales et toutes les parties inférieures à partir de la poitrine blanches; queue noire, mais l'extrémité des rectrices latérales blanche. Iris brun rougeâtre; pattes noirâtres.

La femelle ne diffère du mâle que par un casque moins développé.

Taille du mâle : 0m,58; ailes, 0m,30.

Hab. — Zambèze (*Kirk*), Cafrerie (*Schlégel*).

18. BUCEROS SUBCYLINDRICUS. — CALAO D'ANGOLA.

BUCEROS SUBCYLINDRICUS, Sclat. (fem.), *Proc. Zool. Soc.*, 1870, p 668, pl. XXXIX.
BYCANISTES SUBQUADRATUS, Cab. (mas.), *Journ. f. Orn.*, 1880, p. 350, pl. I.
— SUBCYLINDRICUS, Ell., *Mon. Bucer.*, pl. XXIX (1882).

Mâle. — Casque très développé, assez large et arrondi supérieurement, jaunâtre, mais noirâtre à sa base et à sa partie antérieure; bec également noirâtre. Plumage général d'un noir verdâtre; plumes de l'occiput allongées, celles des côtés de la tête et du cou bordées de gris; grandes couvertures des ailes terminées de blanc; rémiges blanches, mais noires à leur base, les trois primaires externes entièrement noires; bas du dos, sus et sous-caudales, jambes et ventre blancs; queue blanche avec les deux rectrices médianes et une large bande à sa base d'un noir verdâtre (la partie basilaire blanche des rectrices est en partie cachée par les couvertures). Iris brun; pattes noirâtres.

Fem. — Même plumage que le mâle, mais le casque entièrement noirâtre comme le bec et bien moins développé.

Taille du mâle : $0^m,62$; ailes, $0^m,39$.

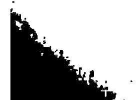
Hab. — Angola (Cabanis), Nyam-Nyam (*Musée de Brux.*).

Nous ne remarquons pas la moindre différence entre le *B. subquadratus* de M. Cabanis et le *subcylindricus* de M. Sclater : tous deux ont le même plumage, le dernier est seulement un peu plus petit comme la plupart des femelles. La couleur et le développement du casque sont un simple caractère sexuel. Pour nous, l'individu que nous avons sous les yeux, et qui se rapporte parfaitement à l'oiseau figuré par M. Cabanis, est un mâle adulte, tandis que celui décrit et figuré par M. Sclater est une femelle appartenant à la même espèce.

19. BUCEROS CYLINDRICUS. — CALAO A CASQUE EN ROULEAU.

BUCEROS CYLINDRICUS, Tem., *Pl. col.*, 521, fig. 2 (le bec), 1838.
BUCORVUS CYLINDRICUS, Bp., *Consp. gen. av.*, p. 89 (1850).
TMETOCEROS CYLINDRICUS, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 2 (1854).
BYCANISTES CYLINDRICUS, Cab. et H., *Mus. Hein.*, II, p. 172 (1860).

Mâle ad. — Casque très élevé, arrondi supérieurement et divisé, pour ainsi dire, en deux parties séparées par une rainure horizontale, dont l'inférieure est sillonnée de rides obliques; sa couleur est jaunâtre de même que le bec. Plumage général d'un noir



bleuâtre; grandes couvertures des ailes terminées de blanc; rémiges secondaires blanches, noires à leur base; les primaires noires sur environ les deux tiers de leur étendue, le tiers terminal blanc; sus et sous-caudales, bas-ventre et partie postérieure des jambes blancs; queue blanche, traversée près de sa base par une large bande d'un noir bleuâtre. Iris brun; pattes noirâtres.

Femelle. — Bec et casque noirâtres, ce dernier beaucoup moins développé.

Taille du mâle : 0m,78; ailes, 0m,32

Hab. — Côte-d'Or (*Schlégel*), Ashantée (*Pel*), Fantée (*Sharpe*).

20. BUCEROS ALBOTIBIALIS. — CALAO DU LOANGO.

Buceros albotibialis, Cab. et Reichw., *Journ. f. Orn.*, 1877, p. 103.
Bycanistes albotibialis, Ell., *Monogr. Bucer.*, pl. XXXI (1882).

Ne connaissant pas cette espèce, nous devons nous borner à donner la traduction de la description allemande.

Mâle. — Très semblable au *B. cylindricus* par la taille et la coloration, mais facile à distinguer par la forme du casque : celui-ci est simple et ressemble à celui des *B. cristatus* et *buccinator*, tandis que celui du *B. cylindricus* est formé de deux pièces superposées et séparées par une rainure horizontale; bec brun foncé, sommet du casque et extrémité des mandibules jaunâtres. Par sa coloration il se distingue principalement du *B. cylindricus* : les parties noires ont des reflets verdâtres et non bleuâtres, et cette teinte ne descend pas aussi bas sur le ventre; les jambes sont entièrement blanches et non noires en avant; les grandes couvertures des ailes sont noires sans bout blanc, tandis que chez le *cylindricus* elles sont largement terminées de blanc.

Hab. — Loango (*Cabanis* et *Reichenow*).

21. BUCEROS LEUCOPYGIUS. — CALAO A CROUPION BLANC.

(Pl. X, fig. 1.)

Adulte. — Bec et casque jaunâtres, ce dernier arrondi mais comprimé en avant pour se continuer en arête vive avec le bec. Plumage général d'un noir verdâtre; plumes de la tête allongées; grandes couvertures des ailes terminées de blanc; les rémiges primaires offrent une coloration assez curieuse : première très courte et noire, deuxième d'une longueur double avec l'extrémité et la majeure partie du bord interne blancs, troisième entièrement



blanche avec la tige noire sur les deux tiers de son étendue, quatrième, cinquième et sixième blanches avec la barbe externe noire, sauf à l'extrémité ; rémiges secondaires entièrement blanches ; croupion, sus-caudales et toutes les parties inférieures à partir du milieu de la poitrine blancs ; queue blanche avec les deux rectrices médianes noires à reflets verdâtres. Iris brun foncé ; pattes noirâtres.

Jeune. — Bec et casque comme chez l'adulte. Les parties noires sont encore entremêlées de plumes brunes du premier plumage. La distribution des teintes sur les rémiges primaires n'est pas la même que chez l'adulte : toutes sont noires, irrégulièrement terminées de blanc ; il y a donc lieu de supposer que chez cette espèce les rémiges primaires sont sujettes à varier dans la distribution des couleurs, comme cela s'observe chez plusieurs espèces de Calaos ; il est aussi à remarquer que les grandes couvertures des ailes ne sont pas bordées de blanc.

Le *B. leucopygius* se distingue toujours facilement de ses congénères par la forme particulière de son casque, par sa taille et par les rectrices latérales blanches dans toute leur étendue.

Taille : $0^m,46$; ailes, $0^m,27$.

Hab. — Nyam-Nyam (Afrique centrale).

Les deux spécimens décrits ci-dessus ont été rapportés de Semmio (pays des Nyams-Nyams) par M. F. Bohndorff, qui les a tués en février (1882?) et cédés au Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles.

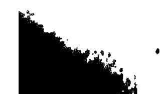
j) *Sous-genre :* PHOLIDOPHALUS.

22. BUCEROS FISTULATOR. — CALAO SIFFLEUR.

(Pl. XI.)

BUCEROS FISTULATOR, Cass., *Proc. Acad Nat sc. Phil.* (1850), p. 68.
— LEUCOSTIGMA, Tem., *Mus. Nederl.*, in Schl., *Mus P.-B.* (*Buceros*), p. 16 (1862).
TMETOCEROS FISTULATOR, Bp., *Consp. vol anisod.*, p. 2 (1854).
BUCEROS SHARPII, Ell., *Ibis*, 1873, p. 177.
PHOLIDOPHALUS FISTULATOR et SHARPII, Ell., *Mon. Buc.*, pl. XXXII et XXXIII (1882).

Mâle et fem. ad. — Bec d'un jaune terreux, dépourvu de casque, mais sillonné en dessus et sur les côtés de la mandibule inférieure. Plumes de la tête allongées ; plumage général d'un noir verdâtre ; croupion, sus-caudales et parties inférieures blancs ; rémiges secondaires noires à leur base, moitié terminale blanche ; rectrices



médianes noires, les latérales blanches avec plus ou moins de noir à la base ou complètement blanches. Iris brun; pattes noirâtres.

Taille : 0m,42; ailes, 0m,25.

Cette espèce est très variable dans la coloration des pennes de la queue et des ailes. Le Dr Ant. Reichenow, qui a eu l'occasion d'examiner une belle série d'individus, a constaté cinq variétés qu'il décrit de la manière suivante :

1re Var. : les deux rectrices médianes entièrement noires, les autres noires avec le tiers terminal blanc (la base des rectrices, cachée par les couvertures, est toujours blanche).

2e Var. : rectrices médianes entièrement noires; chez les autres la teinte noire occupe une étendue qui varie entre le tiers et la moitié de la penne (l'une d'elles est tachetée à sa base de noir et de blanc).

3e Var. : rectrices médianes noires, moitié basilaire des deux suivantes noire, les autres entièrement blanches, sauf les deux plus externes qui sont noires à la base de la barbe externe.

4e Var. : rectrices médianes noires, moitié basilaire des deux suivantes également noire, les autres blanches.

5e Var. : rectrices médianes noires (dans un spécimen elles sont légèrement terminées de blanc), toutes les autres blanches.

M. Reichenow ajoute que les rémiges sont sujettes aux mêmes variations et qu'il est à remarquer qu'elles ne sont pas toujours symétriques (1). A ces cinq variétés nous en ajouterons encore deux:

6e Var. (type du *Sharpii* figuré par M. Elliot) : rectrices médianes noires, la suivante noire à sa moitié basilaire, les autres entièrement blanches, sauf la plus externe de chaque côté, dont la barbe externe est noire à la base; rémiges secondaires blanches, mais noires à la partie basilaire qui est cachée par les couvertures.

7e Var. (type de Vivi, appartenant à la collection de l'Association internationale africaine et figurée planche XI) : les deux rectrices médianes noires, la suivante noire à son tiers basilaire, les autres entièrement blanches; rémiges secondaires blanches dans toute leur étendue.

Les Calaos de cette espèce ne quittent que rarement les forêts; cependant, nous écrit le Dr Pechuel-Lösche, pendant les années 1874-76 j'en observais de temps en temps sur les rives du Loango et du Congo depuis Vivi jusqu'à Stanley-Pool; mais ils poursuivaient

(1) *Journ. f. Ornith.*, 1877, p. 19.

leur route, pour ainsi dire, sans s'arrêter. On les voit rarement par couples, le plus souvent par groupe de quatre à six individus. Leur vol est bruyant et on les entend de loin avant même de pouvoir les reconnaître. En volant ils tiennent le cou et les pattes tendus.

Hab. — Du Sénégal au Gabon (*Verreaux*), Fantée (*Sharpe*), Congo, Loango (*Pechuel-Lösche*), Angola (*Hamilton*).

23. BUCEROS CASUARINUS. — CALAO DE GRAY.

Buceros casuarinus, G. R. Gray, *An. and Mag. N. H.*, VIII, p. 437, pl. XVII, (1871).
Pholidophalus casuarinus, Ell., *Mon. Buc.*, pl. XXXIV (1882).

Cette espèce n'est connue que par une tête séchée conservée au Musée britannique et d'origine inconnue.

k) *Sous-genre :* Rhytidoceros.

24. BUCEROS PLICATUS. — CALAO A CASQUE FESTONNÉ.

Buceros plicatus, Penn, *Spec. Faun. Ind.*, p. 46 (1781).
— obscurus, Gm., *Syst. nat.*, I, p. 362 (1788).
— ruficollis, Vieill., *Nouv. dict. d'hist. nat*, IV, p. 600 (1816).
— undulatus (part), Less., *Traité d'Orn.*, p. 255 (1831).
Calao ruficollis, Bp., *Consp. gen. av*, I, p. 90 (1850).
Rhyticeros ruficollis, Bp, *Consp. vol. anis.*, p. 3 (1854).
Rhytidoceros obscurus, Cab. et H., *Mus. Hein.*, II, p. 172 (1860).
Calao papuensis, Rosenb., *Nat. Tijdschr. Nederl. Ind.*, XXV, p. 229 (1863).
Rhyticeros narcondami, Hume, *Str. Feath.*, 1873, p. 411.
Rhytidoceros ruficollis, Salvad., *Ann. Mus. Civ. Gen.*, VII, p. 763 (1875).
Buceros flavicollis, Rams., *Proc. Linn. Soc. N. S. W.*, I, p. 393 (1876).
Rhytidoceros plicatus, Ell., *Mon. Bucer.*, pl. XXXVII (1882).
— narcondami, Ell., *Mon. Bucer.*, pl XXXVIII (1882).

Mâle ad. — Bec très grand, jaunâtre, surmonté d'une plaque cornée offrant de profonds sillons transversaux dont le nombre varie suivant l'âge : chez l'adulte il y en a ordinairement cinq ou six ; tour des yeux et gorge nus ; plumes de la nuque allongées et décomposées. Plumage général d'un noir verdâtre ; tête et cou d'un roux uniforme plus ou moins foncé suivant les localités ; queue blanche. Iris d'un jaune rougeâtre ; pattes noirâtres.

Femelle. — Diffère du mâle par la couleur de la tête et du cou qui est d'un noir mat.

Taille : mâle, 0m,72 ; ailes, 0m,44 ; femelle, 0m,66 ; ailes, 0,m42.



Hab. — Céram, Amboine (*S. Müller, Beccari*), Waigiou, Rawak, Guebèh (*Quoy* et *Gaimard*), Batanta (*Beccari*), Salawati (*De Bruyn*), Mysol (*Wallace*), Nouvelle-Guinèe (*Wallace, D'Albertis*), Nouvelle-Bretagne (*Brown*), îles Salomon (*Bennett*), Halmahera, Morty, Batjan (*Schlégel*), île Narcondam dans la baie du Bengale (*Hume*). Les individus de cette dernière localité paraissent être d'une taille un peu moins forte.

BUCEROS PLICATUS *var.* SUBRUFICOLLIS.

Buceros subruficollis, Blyth, *Journ. As Soc. Beng*, 1843, p. 177.
— plicatus, Blyth, *ibidem*, p. 991 (nec Penn.).
Rhyticeros subruficollis, Horsf. et M., *Cat. B. Mus. E. Ind. Comp.*, II, p. 600 (1856-1858).
Rhytidoceros subruficollis, Cab. et H., *Mus. Hein.*, II, p. 172 (1860).
Buceros (Rhyticeros) pusaran, Tick., *Ibis*, 1864, p. 180.
Aceros subruficollis, Blyth, *Cat. Mam. and B. Burma*, p 69 (1875).

Mâle. — Ne diffère du précédent que par la couleur de la tête et du cou, qui est d'un blanc jaunâtre en avant et d'un brun rougeâtre foncé sur le dessus de la tête et à la partie postérieure du cou.

Femelle. — Comme la précédente.

Taille : mâle, 0m,87; ailes, 0m,48; femelle, 0m,75; ailes, 0m,44.

Hab. — Arakan, Tenasserim (*Blyth*), sud du royaume de Siam (*Tickell*), nord de Bornéo (*Ussher*), presqu'île de Malacca (*Musée de Brux.*).

BUCEROS PLICATUS *var.* UNDULATUS.

Buceros undulatus et javanicus, Shaw, *Gen. Zool.*, VIII, pp. 26, 28 (1811).
— niger, Viell., *Nouv. dict. d'hist. nat.*, IV, p. 592 (1816).
— javanus et annulatus, Dumt., *Dict. sc. nat.*, VI, pp. 210, 215 (1817).
— plicatus, Müll et Schl. (part. nec Penn.), *Verh. Gesch. Ned. Ind.* (1839-1844), pp. 24, 30.
— ruficollis (nec Vieill.) et pucoran, Blyth, *Journ. As Soc. Beng.*, 1843, pp. 176, 990.
— pasuran, Blyth, *Cat. B., Mus. As. Soc. Beng*, p. 45 (1849).
Rhyticeros plicatus, Reichb., *Syst. av.*, pl. L (1849).
Rhytidoceros obscurus, Cab. et H. (nec Gm.), *Mus. Hein.*, II, p. 172 (1860).
Aceros plicatus, Blyth, *Cat. Mam. et B. Burma*, p. 69 (1875).
Rhytidoceros undulatus, Ell., *Mon Bucer.*, pl. XXXV.

Mâle et fem. ad. — Ont le même plumage que la var. *Subruficollis*, dont ils se distinguent simplement par les larges rainures

teintées de brun rougeâtre que l'on remarque à la base des deux mandibules et qui sont disposées obliquement; dans la variété précédente, de même que chez le type *plicatus*, Penn., la base des mandibules est complètement lisse, sans la moindre trace de rainures.

Les variétés *Subruficollis* et *Undulatus* ont été confondues par la plupart des auteurs, à cause de la ressemblance parfaite de leur plumage; ce sont pourtant de bonnes races géographiques.

Taille du mâle : $0^m,78$; ailes, $0^m,47$.

Hab. — Presqu'île de Malacca (?), Sumatra (*Blyth*), Java (*Schlégel, Musée de Brux.*), Bornéo (*Elliot*).

l) *Sous-genre :* ANORRHINUS.

25. BUCEROS COMATUS. — CALAO COIFFÉ.

BUCEROS COMATUS, Raffl., *Trans. Lin. Soc.*, XIII, p. 339 (1822).
— LUGUBRIS, Begb., *Malay. Penin.*, p. 513 (1834).
BERENICORNIS COMATUS, Bp., *Consp. gen. av.*, p. 91 (1850).
ANORRHINUS COMATUS, Ell., *Mon. Bucer.*, pl. XXXIX (1882).

Mâle ad. — Bec noirâtre, jaunâtre à sa base; plumes de la tête allongées. Tête, cou, poitrine, ventre, queue et extrémité des rémiges blancs; dos, ailes, jambes, bas-ventre et sous-caudales noirs. Iris d'un brun rougeâtre; pattes d'un cendré olivâtre.

Femelle. — Noire; dessus de la tête, queue et extrémité des rémiges blancs.

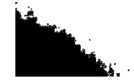
Taille : mâle, $0^m,86$; ailes, $0^m,40$; femelle, $0^m,84$; ailes, $0^m,36$.

Hab. — Presqu'île de Malacca, Sumatra (*Blyth, Schlégel*).

26. BUCEROS ALBOCRISTATUS. — CALAO A HUPPE BLANCHE.

BUCEROS ALBOCRISTATUS, Cass., *Journ. Ac. nat sc. Phil.*, 1850, p. 135, pl. XV.
— MACROURUS, Tem., *Mus. Nederl.*, in Bp., *Consp.*, p. 91 (1850).
BERENICORNIS MACROURUS, Bp., *Consp. gen. av.*, p. 91 (1850).
— ALBOCRISTATA, Hartl., *Journ. f. Ornith.*, 1854, p. 127.
ANORRHINUS ALBOCRISTATUS, Ell., *Mon. Bucer.*, pl. XL (1882)

Mâle et fem. ad. — Bec noirâtre avec une espèce de plaque roussâtre à la base de la mandibule supérieure; côtés de la gorge nus. Plumes de la tête allongées et disposées en huppe, blanches avec



une petite tache triangulaire noirâtre à leur extrémité; plumage général d'un noir verdâtre; grandes couvertures des ailes, scapulaires et rémiges terminées de blanc; les primaires ont, en outre, une petite tache blanche sur le milieu de la barbe externe; queue très longue, étagée, chaque rectrice terminée de blanc. Iris d'un blanc jaunâtre; pattes grisâtres.

Taille du mâle : $0^m,62$; ailes, $0^m,22$; femelle un peu plus petite.

Hab. — Sierra Leone (*Cassin*), Côte-d'Or, Rio Boutry (*Pel*), Gabon (*Schlégel*).

BUCEROS ALBOCRISTATUS *var.* LEUCOLOPHUS.

BUCEROS ALBICRISTATUS, Schl. (part.), *Mus. P.-B.* (*Buceros*), p. 9 (1862).
BERENICORNIS ALBO-CRISTATUS, Sharpe, *Proc. Zool. Soc.*, 1871, p. 604.
— LEUCOLOPHUS, Sharpe, *Zool. rec.*, 1873, p. 54.
ANORRHINUS LEUCOLOPHUS, Ell., *Mon. Bucer.*, pl. XLI (1882).

Mâle et fem. ad. — Semblables au type *albocristatus*, dont ils se distinguent par une taille un peu plus forte, par les côtés de la tête blancs variés de gris et par l'absence de blanc à l'extrémité des couvertures alaires, des scapulaires et des rémiges.

Taille : mâle, $0^m,67$; ailes, $0^m,25$; femelle, $0^m,53$; ailes, $0^m,20$.

Hab. — Fantée (*Sharpe*), Libéria (*Musée de Brux.*).

27. BUCEROS GALERITUS. — CALAO LARGUP.

BUCEROS GALERITUS, Tem., *Pl. col.*, 520 (1838).
— CARINATUS, Blyth, *Journ. As. Soc. Beng.*, 1845, p. 187.
ANORRHINUS GALERITUS, Reichb., *Syst. av.*, pl. XLIX (1849).
HYDROCISSA GALERITA, Bp., *Consp. gen. av.*, p. 90 (1850).
ANTHRACOCEROS GALERITUS, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 2 (1854).

Mâle ad. — Bec et casque noirs; gorge nue; plumes de la tête allongées et formant une huppe tombante. Plumage d'un noir verdâtre, chaque plume finement bordée de noir sur le dos, de cendré brunâtre à la tête et sur les parties inférieures; rémiges secondaires avec un fin liséré d'un cendré roussâtre clair; queue d'un cendré brunâtre avec le tiers terminal noir; sous-caudales d'un cendré brunâtre. Iris brun; pattes noirâtres.

Femelle. — Semblable au mâle, mais le bec et le casque jaunâtres avec un peu de noir au sommet de ce dernier et à la base des

mandibules. Chez les jeunes mâles le bec et le casque sont irrégulièrement variés de noir et de jaunâtre.

Taille : mâle, 0m,63 ; ailes, 0m,35 ; femelle, 0m,57 ; ailes, 0m,32.

Hab. — Presqu'île de Malacca (*Blyth, Musée de Brux.*), Uwalabo, Malawoon, Bankasoon, Tenasserim (*Hume*), Sumatra, Bornéo (*Schlégel*), Banjermassing (*Motley*), Sarawak (*Doria*).

28. BUCEROS TICKELLI — CALAO DE TICKELL.

BUCEROS TICKELLI, Blyth, *Journ. As. Soc. Beng.*, 1855, pp 266, 285
TOCCUS TICKELLI, Tick., *Ibis*, 1864, p. 173, pl. III.
ANORRHINUS AUSTENI, Jerd., *Ibis*, 1872, p. 6 (juv.).
MENICEROS TICKELLI, Hume, *Str Feath.*, 1874, p. 470
CRANORRHINUS CORRUGATUS (juv.), Blyth, *Cat. Mam. et B. Burma*, p. 69(1875).
ANNORRHINUS TICKELLI, Blyth, *ibidem*.
OCYCEROS TICKELLI, Davids., *Str. Feath.*, 1878, p. 103.

Mâle ad. — Bec jaunâtre. Tête brune; parties supérieures d'un brun olivâtre; grandes couvertures des ailes et rémiges secondaires bordées de blanc roussâtre; rémiges primaires noires avec la pointe blanche et un peu de blanc roussâtre vers le milieu de leur barbe externe; parties inférieures d'un roux ferrugineux; rectrices médianes de la couleur du dos et terminées de blanc, les suivantes d'un noir verdâtre également terminées de blanc. Iris brun; pattes noirâtres.

Femelle. — Semblable au mâle, mais le bec noirâtre et le plumage plus sombre.

Taille : mâle, 0m,78; ailes, 0m,33; femelle, 0m,73; ailes, 0m,31.

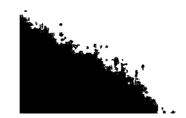
Hab. — Tenasserim (*Tickell*), Burma (*Blyth*).

m) *Sous-genre :* ACEROS.

29. BUCEROS NEPALENSIS. — CALAO DE NÉPAUL.

BUCEROS NEPALENSIS, Hodgs., *Calc. Glean Sc.*, I, p 249 (1829)
ACEROS NEPALENSIS, Hodgs., *Gr. Zool Misc.*, p. 45 (1844).
CALAO NEPALENSIS, Bp., *Consp. gen. av.*, p. 90 (1850).

Mâle ad. — Bec très grand, sans casque, jaunâtre, avec de fortes rainures à la base de la mandibule supérieure; gorge et côtés antérieurs de la tête nus. Tête, cou et parties inférieures, y compris les jambes, d'un roux ardent; ailes, dos, sous-caudales et base de la



queue d'un noir verdâtre; rémiges primaires terminées de blanc; seconde moitié de la queue blanche. Iris et pattes bruns.

Femelle. — D'un noir verdâtre uniforme, avec la tête d'un noir mat; rémiges primaires et queue terminées de blanc, comme chez le mâle.

Taille : mâle, 1m,03; ailes 0m,46; femelle, 0m,83; ailes, 0m,42.

Hab. — Sud-est de l'Himalaya et les chaînes de collines d'Assam, de Munipur, de Kachar et de Tenasserim (*Blyth*).

n) *Sous-genre* : HYDROCISSA.

30. BUCEROS EXARATUS. — CALAO A CANNELURES.

BUCEROS EXHARATUS, Tem., *Pl. col.*, 211 (1838).
HYDROCISSA EXARATA, Bp., *Consp. gen. av.*, p. 90 (1850).
ANORRHINUS EXARATUS, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 2 (1854).

Mâle. — Bec d'un jaune brunâtre, la mandibule supérieure profondément sillonnée dans sa longueur; menton nu. Plumage d'un noir verdâtre; raie sourcilière, joues et gorge blanches. Iris brun; pattes noirâtres.

Femelle. — D'un noir verdâtre uniforme sans blanc à la tête.

Taille : mâle, 0m,47; ailes, 0m,24; femelle, 0m,43; ailes, 0m,225.

Hab. — Célèbes (*Schlégel*), Malacca (*Meyer, Musée de Brux.*).

o) *Sous-genre* : PENELOPIDES.

31. BUCEROS MANILLÆ. — CALAO DE MANILLE.

BUCEROS MANILLÆ, Bodd., *Tabl. pl. enl.*, p. 54 (1783).
— MANILLENSIS, Gmel., *Syst. nat.*, I, p. 361 (1788).
— SULCIROSTRIS, Wagl., *Syst. av.*, p. 13 (1827).
TOCKUS SULCIROSTRIS, Bp., *Consp. gen. av.*, p 91 (1850).
PENELOPIDES SULCIROSTRIS, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p 3 (1854).
— PANINI (part.), Cab. et H., *Mus. Hein.*, II, p. 168 (1860).
BUCEROS PANAYENSIS, Schl., *Mus. P.-B* (*Buceros*), p. 11 (1862).
PENELOPIDES MANILLÆ, Wald., *Trans. Zool. Soc.*, IX, p. 168 (1875).

Mâle. — Casque et extrémité du bec rouges; base des mandibules brune avec des taches obliques jaunes; menton nu. Tête, cou et parties inférieures d'un blanc jaunâtre; joues et gorge noirâtres; dos, ailes et queue d'un noir verdâtre terne, cette dernière



traversée dans sa seconde moitié par une bande rousse; rémiges avec un fin liséré roussâtre. Iris rouge; pattes noirâtres.

Femelle. — Toutes les parties qui sont d'un blanc jaunâtre chez le mâle sont d'un cendré brunâtre chez la femelle; facile à reconnaître à la bande rousse de la queue.

Taille : $0^m,47$; ailes, $0^m,24$.

Hab. — Iles Philippines (*Schlégel*).

BUCEROS MANILLÆ *var.* PANINI.

BUCEROS PANINI, Bodd., *Tab. pl. enl.*, p. 54 (1783)
— PANAYENSIS, Scop., *Del. Fl. et Faunæ Insub.*, II, p. 87 (1786).
PENELOPIDES PANAYENSIS, Bp., *Consp vol. anisod*, p. 3 (1854).
— PANINI, Cab. et H. (part.), *Mus Hein.*, II, p. 168 (1860).

Mâle. — Semblable à la forme type (*B. manillæ*), dont il diffère principalement par la coloration de la queue : celle-ci est d'un cendré roussâtre pâle avec le tiers terminal noir; ventre et jambes roux.

Femelle. — Noirâtre, sauf la queue qui est comme chez le mâle.

Taille : $0^m,52$; ailes, $0^m,26$

Hab. — Philippines (*Blyth*).

BUCEROS MANILLÆ *var.* AFFINIS.

PENELOPIDES AFFINIS, Twed, *An. et Mag. nat. hist.*, 1877, p. 534. — Ell., *Mon. Buc.*, pl. XXII.

Mâle et fem. — Même système de coloration que dans le type *manillæ* dont la variété *Affinis* diffère, dans les deux sexes, par l'absence de taches obliques jaunes sur le bec et par la coloration de la queue : celle-ci est roussâtre avec la base et le dernier quart d'un noir verdâtre.

Hab. — Zamboanga, Butuant, Surigao, Mindanao, Dinagat, Amparo, Leyte (*Everett, Elliot*).

p) *Sous-genre :* Lophoceros.

32. BUCEROS BIROSTRIS. — CALAO DE GINGI.

Buceros birostris, Scop., *Del. Fl. et Faunæ insub.*, II, p. 87 (1786).
— ginginianus, Lath., *Ind. Orn.*, I, p. 146 (1790).
— oxyurus, Wagl., *Syst av.*, p. 14 (1827).
— cinerascens, Hodgs., *Gr. Zool. Misc.*, p. 85 (1844).
Tockus ginginianus, Bp., *Consp. gen av.*, p. 91 (1850).
Meniceros ginginianus, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p 3 (1854).
Tockus bicornis, Horsf. et M., *Cat. B. Mus. E.-Ind. Comp.*, II, p. 597 (1858).
Penelopides ginginianus, Cab. et H., *Mus. Hein.*, II, p. 169 (1860).
Meniceros bicornis, Jerd., *Birds Ind.*, I, p. 248 (1862).
Ocyceros ginginianus, Hume, *Nests and Eaggs Ind. B.*, p. 113 (1873).
Lophoceros birostris. Ell., *Monogr. Bucer.*, pl. XLVIII (1882).

Mâle et fem. ad. — Casque comprimé, prolongé en pointe par-devant et, de même que le bec, noir; ce dernier est blanchâtre dans sa partie antérieure. Plumage d'un gris cendré, lavé de brunâtre; parties inférieures blanchâtres; rémiges brunes terminées de blanc et liserées de cendré; rectrices médianes dépassant les autres, toutes sont noirâtres à leur dernier quart mais terminées de blanc. Iris d'un brun rougeâtre; pattes d'un gris de plomb.

Taille : $0^m,48$; ailes, $0^m,20$.

Hab. — Hindoustan (*Butler*), Népaul (*Schlégel*).

33. BUCEROS NASUTUS. — CALAO NASIQUE.

Buceros nasutus, Lin., *Syst. nat.*, I, p. 154 (1766).
— (Lophoceros) forskalii, Hemp. et Ehr., *Symb. phys. av.* (1828).
— hemileucus, Hemp. et Ehr., *ibidem.*
— hastatus, Cuv., *Règ. an.*, I, p. 446 (1829).
— pœcilorhynchus, La Fresn., *Rev. Zool.*, 1839, p. 237.
Tockus nasutus, Rüpp., *Syst Uebers. Vög. N.-O. Afr.*, p. 79 (1845).
Buceros nasutus *var.* senegalensis, caffer (vel epirhinus) et orientalis, Sundev., *Öfvers. K. Vetensk. Acad. Förh.*, 1850, pp. 108, 130.
Tockus pœcilorhynchus, Bp., *Consp. gen. av.*, p. 91 (1850).
Grammicus nasutus et hastatus, Bp., *Consp. Vol. anisod.*, p. 3 (1854).
Lophoceros forskali, epirhinus et hemileucus, Cab. et H., *Mus. Hein.*, II, pp. 167-168 (1860).
Buceros forskälii, Dress. et Blanf., *Ibis*, 1874, p. 337.

Mâle et fem. ad. — Bec noir, avec une bande longitudinale jaune se terminant en pointe en avant et située au-dessous des narines;



mandibule inférieure avec des stries obliques jaunes; chez le jeune, le bec est rouge à la moitié antérieure et jaune dans le reste de son étendue (c'est le *B. pœcilorhynchus* de La Fresn.). Tête, gorge et cou d'un gris cendré; une large bande sourcilière blanche se termine à la nuque; une bande d'un blanc jaunâtre longe le milieu du dos; les autres parties supérieures brunes, mais les couvertures des ailes et les rémiges largement bordées de blanc sale; parties inférieures blanches; rectrices médianes brunes, légèrement bordées de blanc sale, les autres noirâtres mais blanches à la base de leur bord interne et à leur extrémité (chez certains individus les rectrices médianes sont aussi terminées de blanc, mais moins que les latérales). Iris brun; pattes noirâtres.

Taille : 0^m,45; ailes, 0^m,24.

Hab. — Sénégambie, Sennaar, Abyssinie, Afrique australe (*Schlégel*).

BUCEROS NASUTUS *var.* DUBIA. var. nov.

(Pl. X, fig. 2.)

Adulte. — Semblable au *nasutus,* dont cette variété diffère surtout par son bec : celui-ci est plus court et relativement plus épais, d'un jaune terreux uniforme, avec le casque bien développé dans toute son étendue et de même couleur que le bec. Le dos est brun sans trace de bande blanche; les flancs sont fortement lavés de cendré.

Taille : 0^m,46; ailes, 0^m,255; bec suivant son arc, 0^m,09 (il mesure 0^m,11 chez le *nasutus*).

Hab. — Bords du lac Tanganika (Afrique centrale).

Remarque. — La variété *Dubia* que nous venons de décrire, repose bien sur un sujet adulte, vu le développement complet de son casque. Le Musée de Bruxelles possède quatre jeunes *nasutus* et pas un seul n'est pourvu de casque, mais tous ont cependant déjà le bec noir avec la bande et les stries jaunes. Ceci paraît démontrer que, chez cette espèce, le bec prend sa couleur définitive avant l'apparition du casque.

L'absence complète, chez notre variété, de la bande dorsale blanche est aussi caractéristique; chez les jeunes *nasutus* cette bande est déjà plus ou moins indiquée avant l'apparition du casque.

34. BUCEROS MELANOLEUCUS. — CALAO COURONNÉ.

BUCEROS MELANOLEUCUS, Licht., *Cat. Hamb.*, p. 8, n° 90 (1793).
— CORONATUS, Shaw (nec Bodd.), *Gen. Zool.*, VIII, p. 35 (1811).
TOCKUS MELANOLEUCUS, Bp., *Consp. gen. av.*, I, p. 91 (1850).
RHYNCHOCEROS MELANOLEUCUS, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 3 (1854).
LOPHOCEROS MELANOLEUCUS, Cab. et H., *Mus Hein,*, p. 168 (1860).
TOCCUS CORONATUS, Gurn., *Ibis*, 1861, p. 133.
BUCEROS PALLIDIROSTRIS, Hartl. et Finsch, *Von der Deck. Reis. O.-Afr.*, p. 71 (1870).
TOCKUS PALLIDIROSTRIS, Barb. du Boc., *Orn. Angola.*, p. 117 (1878).

Mâle et fem. ad. — Bec surmonté d'une crête, rouge avec un peu de jaune à la base des deux mandibules. Plumage général brun noirâtre, varié de cendré à la tête; plumes sourcilières et de la nuque terminées de blanc; rémiges noirâtres avec un fin liséré fauve; parties inférieures blanches; queue noirâtre avec les rectrices latérales terminées de blanc. Iris brun; pattes noirâtres.

Taille : mâle, 0m,48; ailes, 0m,28; femelle, 0m,40; ailes, 0m,24.

Hab. — Afrique australe (*Schlégel*), Angola (*du Bocage*), Sénégambie (*Hartlaub*), Zanzibar (*de Heuglin*), bords du lac Tanganika.

35. BUCEROS FASCIATUS. — CALAO LONGIBANDE.

BUCEROS FASCIATUS, Shaw, *Gen. Zool.*, VIII, p. 36 (1811).
— MELANOLEUCUS, Vieill. (nec Licht.), *Nouv. Dict. d'hist. nat.*, IV, p. 595 (1816).
TOCKUS FASCIATUS, Bp., *Consp. gen. av.*, I, p. 91 (1850).
GRAMMICUS FASCIATUS, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 3 (1854).
LOPHOCEROS FASCIATUS, Cab. et H., *Mus. Hein.*, II, p 168 (1860).

Mâle et fem. ad. — Bec jaunâtre, noir plus ou moins varié de rouge à son extrémité. Plumage d'un noir verdâtre uniforme, avec les parties inférieures, à partir de la poitrine, blanches; deuxième et troisième rectrices externes entièrement blanches, les autres noires. Iris brun; pattes noirâtres.

Taille : 0m,43; ailes, 0m,24.

Hab. — Congo, vieux Calabar (*Hartlaub*), Casamanze (*Verreaux*), Angola (*Schlégel*), Nyam-Nyam (*Musée de Brux.*).



BUCEROS FASCIATUS *var.* SEMIFASCIATUS.

BUCEROS SEMIFASCIATUS, Hartl., *Journ. f. Orn.*, 1855, p. 356.
TOCKUS SEMIFASCIATUS, Sharpe, *Ibis*, 1869, p. 192.

Semblable au type *fasciatus*; les deuxième et troisième rectrices externes sont noires comme les autres, mais terminées de blanc. Il paraît, suivant M. Reichenow, que la coloration de ces deux rectrices est très variable et qu'elle n'est même pas toujours symétrique.

Taille : 0m,46; ailes, 0,245.

Hab. — Sénégambie, Côte-d'Or, Gabon (*Schlégel*), côte de Guinée (*Musée de Brux.*), Fantée (*Ussher*).

GENRE III : ALOPHIUS.

Alophius, Hemp. et Ehrenb. (1828). — *Tockus*, Less. (1831). — *Toccus*, Strickl. (1841). — *Rhynchaceros*, Glog. (1842). — *Grammicus*, Bp. (1854).

Car. — Bec courbé, comprimé, dépourvu de casque et de crête; ailes médiocres, queue allongée et arrondie; tarses et doigts courts, scutellés.

Ce genre comprend les plus petites espèces de la famille.

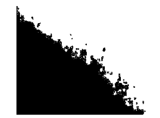
36. ALOPHIUS HEMPRICHII. — TOCK DE HEMPRICH.

BUCEROS HEMPRICHII, Ehrenb., *Symb. phys. av.* (1828).
— LIMBATUS, Rüpp., *Faun. Abyss.*, pl. II, fig. 1 (1835).
TOCKUS LIMBATUS, Rüpp., *Syst. Uebers. Vög. N.-O. Afr.*, p. 79 (1845).
GRAMMICUS LIMBATUS, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 3 (1854).
LOPHOCEROS LIMBATUS, Cab et H., *Mus. Hein.*, p. 168 (1860).
TOCCUS HEMPRICHII, Blanf., *Geol. et Zool. Abyss.*, p. 326 (1870).

Adulte. — Bec rouge uniforme; côtés de la gorge nus, de couleur variable suivant l'âge. Tête, cou et poitrine d'un cendré brunâtre; dos, ailes et queue d'un brun noirâtre; couvertures des ailes bordées de blanc; rémiges avec un liséré blanc; parties inférieures ainsi que les deuxième et troisième rectrices externes blanches. Iris d'un roux jaunâtre; pattes d'un gris brunâtre.

Taille : 0m,53; ailes, 0m,28.

Hab. — Abyssinie, Kordofan et les bords du Bar el Abiad (*Schlégel*).



37. ALOPHIUS GRISEUS. — TOCK GRIS.

Buceros griseus, Lath., *Ind. Orn.*, I, p. 147 (1790).
— cinerascens, Tem., *Pl. col.*, texte (1838).
Tockus griseus, Bp., *Consp. gen. av.*, I, p 91 (1850).
Rhinoplax griseus, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 3 (1854).
Toccus gingalensis, Jerd. (part.), *Birds Ind.*, I, p. 250 (1862).

Adulte. — Bec jaune, rougeâtre à la base. Plumage d'un cendré brunâtre uniforme, plus pâle en dessous; raie sourcilière blanchâtre; plumes allongées de la nuque avec une strie centrale blanchâtre; côtés de la tête et devant du cou striés de blanc roussâtre; rémiges primaires noirâtres avec leur extrémité blanche; queue d'un noir verdâtre avec les rectrices latérales terminées de blanc; sous-caudales rousses. Iris rouge; pattes noirâtres.

Taille : $0^m,46$; ailes, $0^m,21$.

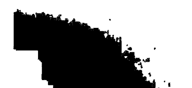
Hab. — Hindoustan (*Schlégel*), Malabar (*Elliot*).

ALOPHIUS GRISEUS *var.* GINGALENSIS.

Buceros gingalensis, Shaw, *Gen. Zool.*, VIII, p. 37 (1811).
— gingala, Vieill., *Nouv. Dict.*, IV, p. 600 (1816).
— pyrrhopygus, Wagl., *Syst. av.*, p. 18 (1827).
Tockus gingalensis, Bp., *Consp. gen. av.*, I, p. 91 (1850).
Rhinoplax gingalensis, Bp., *Consp. vol. anisod.*, p. 3 (1854)
Buceros (Penelopides) gingalensis, von Mart., *Journ. f. Orn.*, 1866, p. 18.

Adulte. — Semblable au type *griseus*, mais les parties inférieures blanchâtres; il arrive souvent que les deux et même les trois rectrices externes sont blanches. Bec jaunâtre chez le mâle, parfois avec une tache noirâtre à la base de la mandibule supérieure; chez la femelle le bec est noir avec une bande jaunâtre partant des narines et longeant les bords de la mandibule supérieure pour se terminer en pointe en avant.

Hab. — Ceylan (*Blyth, Schlégel*).



38. ALOPHIUS DECKENI. — TOCK DE VON DER DECKEN.

BUCEROS (RHYNCHACEROS) DECKENI, Cab , *v. d. Deck. Reise*, III, p. 37, pl. VI (1867).
RHYNCHOCEROS DECKENI, Cab., *Journ. f. Orn.*, 1870, pl. II.
TOCKUS DECKENI, Ell., *Mon. Bucer.*, pl. LVII (1882).

Adulte. — Bec rouge dans sa première moitié, jaune dans la partie terminale (*Elliot*); bec brun sur la planche du *Journal für Ornithologie*. Dessus de la tête, dos et ailes noirs; raie sourcilière, côtés de la tête, cou, partie médiane du haut du dos et régions inférieures blancs; région des oreilles variée de gris; rémiges primaires noires avec une tache blanche vers le milieu; secondaires noires terminées de blanc, deux ou trois d'entre elles entièrement blanches; les quatre rectrices médianes noires, les autres blanches avec plus ou moins de noir à la base. Iris brun; pattes noirâtres.

Taille : 0m,45; ailes, 0m,20.

Hab. — Afrique orientale (*Hartlaub* et *Finsch*).

39. ALOPHIUS HARTLAUBI. — TOCK DE HARTLAUB.

TOCCUS HARTLAUBI, Gould, *Proc. Zool. Soc.*, 1860, p. 380.
BUCEROS NAGTGLASII, Schl., *Ned. Tijdschr. voor de Dierk.*, I, p. 56, pl. II (1863).
TOCKUS HARTLAUBI, Sharpe, *Ibis*, 1870, p. 485.

Adulte. — Bec noirâtre, terminé de roussâtre. Plumage d'un gris noirâtre avec des reflets verdâtres sur les ailes, sur la queue et sur le dessus de la tête; une large raie sourcilière blanche se prolonge jusqu'à la nuque, où elle se confond avec celle du côté opposé; plumes du cou bordées de blanc grisâtre; parties inférieures d'un gris noirâtre plus clair que sur le dos et varié de blanchâtre à l'abdomen; rectrices latérales terminées de blanc. Iris brun; pattes brunes.

Taille : 0m,36; ailes, 0m,156.

Hab. — Côte-d'Or (*Schlégel*).



40. ALOPHIUS FLAVIROSTRIS. — TOCK A BEC JAUNE.

Buceros flavirostris, Rüpp., *Fauna Abyss.*, p. 6, pl. II, fig. 2 (1835).
Tockus flavirostris, Rüpp., *Syst. Uebers.*, p. 79, (1845).
Toccus elegans, Hartl., *Proc. Zool. Soc.* (1865), p. 86, pl. IV.

Adulte. — Bec jaune; côtés de la gorge nus, mais le menton garni de plumes blanches. Tête d'un blanc sale varié de gris, noirâtre en dessus; partie antérieure et médiane du dos et régions inférieures blanches; poitrine avec des taches allongées brunes; côtés et bas du dos ainsi que les ailes bruns; couvertures des ailes avec une grande tache blanche; rémiges primaires noirâtres avec deux taches blanches vers leur milieu; quelques-unes des secondaires irrégulièrement marquées de noir et de blanc; rectrices médianes brunes, les latérales terminées de blanc et traversées vers leur milieu par une bande blanche (la disposition du blanc sur les rectrices latérales comme sur les rémiges secondaires varie suivant les individus). Iris jaune; pattes noirâtres.

Taille : 0m,42; ailes, 0m,21.

Hab. — Abyssinie (*Rüppell*), pays des Namaquois et des Damaras (*Andersson*), Transvaal (*Ayres*), Natal (*Shelley*).

41. ALOPHIUS ERYTHRORHYNCHUS. — TOCK A BEC ROUGE.

Buceros nasutus, Vieill. (nec Lin.), *Encycl. méth.*, I, p. 305, pl. X, fig. 3 (1823).
— erythrorhynchus, Tem., *Pl. col*, II (texte), 1824.
— (Alophius) erythrorhynchus *var.* leucopareus, Hempr. et Ehr., *Symb phys. aves* (1828).
— leucomelas, Licht., *Verz. Säugeth. u. Vögel*, p. 17 (1842).
Tockus erythrorhynchus, Rüpp., *Syst. Uebers.*, p. 79 (1845).
Buceros rufirostris, Sund., *Öfvers. K. Vetensk. Akad.*, 1850, p. 108.
— erythrorhynchus *var.* caffer, Sund., *ibidem*, p. 50.
Rhynchaceros erythrorhynchus et leucomelas, Cab. et H., *Mus. Hein.*, II, p. 166 (1860).
Tockus bocagei, Oust., *Bull. Soc. Phil. Paris*, 1881, p. 161.

Adulte. — Bec rouge, jaune à la base, noirâtre près de la base de la mandibule supérieure. Parties supérieures brunes; bande sourcilière blanche descendant jusqu'à la nuque; joues grisâtres; une bande blanche au milieu de la partie supérieure du dos; couvertures des ailes terminées par une grande tache blanche, les plus grandes entièrement blanches; scapulaires d'un brun cendré;

rémiges secondaires noires lisérées de blanc, les dernières blanches; primaires noires, avec une grande tache blanche sur la barbe interne et une petite sur l'externe, situées vers le milieu de la penne; rectrices médianes brunes, les suivantes terminées de blanc, la plus externe entièrement blanche (les rémiges et les rectrices latérales varient dans la disposition des teintes). Iris jaune; pattes noirâtres.

Taille : 0m,40; ailes, 0m,19.

Hab. — Afrique orientale à partir du 18° l. N. : Nubie, Sennaar, Kordofan, Abyssinie, sauf les hautes montagnes, les régions de Sobat, du Bahr el Abiad et du Bahr Ghazal jusqu'à Kosanga à l'Ouest, les côtes de Samhar, Danakil, Somal, Arabie méridionale (*von Heuglin*); Zambèze (*Kirk*), Sénégambie (*Schlégel*), Angola (*Anchieta*), Damara, Ondonga, Okovango river, lac Ngami (*Andersson*).

42. ALOPHIUS MONTEIRI. — TOCK DE MONTEIRO.

Toccus monteiri, Hartl., *Proc. Zool. Soc.*, 1865, p. 87. pl. V.
Tockus monteiri, Gurn., *in Anderss. Birds of Damara Land*, p. 208 (1872).
Buceros monteiri, Gray, *Hand-list*, II, p. 130, n° 7900 (1870).

Adulte. — Bec long, sillonné dans sa longueur, rouge, jaunâtre à la base. Tête et cou gris, la première noirâtre en dessus; dos et ailes bruns; couvertures des ailes avec une tache arrondie blanche, les plus grandes blanches ou seulement terminées de blanc; rémiges secondaires blanches extérieurement; primaires noires légèrement terminées de blanc et avec une tache blanche vers le milieu; parties inférieures blanches; les quatre rectrices médianes d'un brun noirâtre, les suivantes blanches mais noires à la base. Iris d'un brun clair; pattes d'un gris noirâtre.

Ne connaissant pas cette espèce en nature, nous avons traduit la description de M. Elliot; mais celle-ci ne correspond pas en tous points avec celle du type de M. Hartlaub. Il y a donc lieu de croire que nous avons ici encore une espèce dont les rectrices et les rémiges sont sujettes à des variations individuelles. Voici, du reste, la description de M. Hartlaub :

Capite ardesiaco, occipite subcristato, lateribus albo longitudinaliter variis, pileo cinereo et nigricante minus distincte vario; gula plumosa juguloque cinereo-ardesiacis; pectore et abdomine niveis; dorso obsolete brunneo, tergo et uropygio obscurius fuscis; alarum tectricibus dorso concoloribus, maculis rotundatis albis pulchre ocel-

latis; remigibus primariis, 1° et 2° macula angusta transversa alba versus basin pogonii interni, ipso apice albo largius notatis; 3° — 6^m pogonio externo macula unica alba, apice albentibus; sequentibus nigris, apice largissime et irregulariter albis; secundariis albis, scapis a basi ultra medium nigris; tertiariis pallide fuscis; rectricibus 2 mediis totis fuscis, sequente utrinque fusca, macula pogonii externi apicali alba, tertia alba pogonio interno basi nigro, secunda tota alba, extima alba pogonio externo pro maxima parte brunneo, parte apicali tota alba; subalaribus albis; rostro ruberrimo, apice parum obscuriore, basi albido, maxilla distincte quadrisulcata; epithemate rostri nullo.

Long. circa 19''; rostri a fr. 4 1/4''; alae, 7'' 9'''; caudae, 8 1/2''; tarsi, 1 1/2''.

Hab. — Pays des Damaras (*Andersson*), Benguela, Angola (*Monteiro*).

43. ALOPHIUS CAMURUS. — TOCK NAIN.

TOCKUS CAMURUS, Cass., *Proc. Acad. nat. sc. Phil*, 1856, p. 319.
BUCEROS PULCHRIROSTRIS, Schl., *Ned. Tijdschr. v. de Dierk.*, I, p 74, pl. IV (1862).
TOCKUS PULCHRIROSTRIS, Sharpe, *Ibis*, 1870, p 485.
BUCEROS CAMURUS, Gray, *Hand-list*, II, p. 130, n° 7903 (1870).

Adulte. — Bec rouge, noirâtre à son extrémité. Tête, cou et parties supérieures bruns, un peu roussâtres; couvertures des ailes terminées par un large bord blanc; rémiges d'un brun noirâtre, blanchâtres à leur base; les primaires marquées, sur le milieu de leur longueur et sur chaque barbe, d'une tache blanchâtre; les secondaires avec un liséré blanchâtre; queue brune, les rectrices latérales terminées de blanc; parties inférieures blanches. Iris d'un brun clair; pattes noirâtres.

Taille : 0^m,325; ailes, 0^m,156. (C'est la plus petite espèce du groupe.)

Hab. — Cap Lopez (*Cassin*); Côte-d'Or (*Schlégel*).

GENRE IV : BUCORVUS.

Bucorvus, Less. (1831). — *Tragopan*, Gray (1841). — *Tmetoceros*, Cab. (1847). — *Bucorax*, Sundev. (1849).

Car. — Bec très long, peu arqué, comprimé, à casque creux, tronqué et ouvert en avant; narines couvertes par deux faisceaux de plumes rigides, sétacées; cils très fournis; joues et devant du cou nus; tarses très longs. Oiseaux de grande taille.

44. BUCORVUS ABYSSINICUS. — NACIBA CARONCULE.

BUCEROS ABYSSINICUS, Gm., *Syst. nat*, I, p. 358 (1788).
— AFRICANUS, Lath., *Ind. Ornith.*, I, p. 143 (1790).
— BRAC, Dumt, *Dict. sc. nat.*, VI, p. 201 (1817).
— CARUNCULATUS, Wagl., *Syst. av. Buceros*, p. 6 (1827).
BUCORVUS ABYSSINICUS, Less., *Traité d'Orn*, p. 256 (1831).
TRAGOPAN ABYSSINICUS, Gray, *List. gen. Birds*, p. 65 (1841).
BUCORAX ABYSSINICUS, Sundev., *Öfvers. K. Vet. Acad. Förh*, 1849, p. 161.
TMETOCEROS ABYSSINICUS, Cab. et H. *Mus. Hein*, II, p. 175 (1860).
BUCEROS CARUNCULATUS ABYSSINICUS, Schleg, *Mus. P.-B.* (*Buceros*), p 19 (1862).

Adulte. — Bec noir avec une plaque roussâtre à la base de la mandibule supérieure; côtés antérieurs de la tête, gorge et devant du cou nus (1). Plumage d'un noir uniforme avec les rémiges blanches. Iris brun; pattes noires.

Taille : 0m,94; ailes, 0m,59.

Hab. — Abyssinie, Sennaar, Kordofan et région du Bahr el Abiad (*Schlégel, de Heuglin*).

BUCORVUS ABYSSINICUS *var.* GUINEENSIS.

BUCORAX ABYSSINICUS, Hartl, *Ornith West-Afrika's*, p. 165 (1857).
— CARUNCULATUS GUINEENSIS, Schl., *Mus P.-B.* (*Buceros*), p 20 (1862).
BUCORVUS ABYSSINICUS, Sharpe, *Ibis*, 1869, p. 385.
BUCORAX GUINEENSIS, du Boc., *Proc Zool. Soc*, 1873, p. 699
BUCORVUS PYRRHOPS, Ell., *Ann. and Mag. n. h.*, 1877, p. 171; *Mon. Buc.*, pl. II.
— GUINEENSIS, Ell., *Monogr. Bucer.*, p. 2 (1882).
BUCORAX PYRRHOPS, De Souza, *Journ. sc. math., phys. e nat.*, nº 38 (1884).

Adulte. — Semblable au type et portant comme celui-ci une plaque roussâtre à la base de la mandibule supérieure, mais d'une taille beaucoup plus petite et à casque de dimensions plus restreintes et moins ouvert par-devant chez l'adulte, fermé chez le jeune (2).

(1) Les parties nues sont de couleur bleue et rouge, mais il paraît que la disposition de ces teintes varie suivant l'âge, les sexes et les saisons.

(2) Nous n'avons pas eu l'occasion d'examiner cette variété, dont nous donnons les caractères d'après M. Barboza du Bocage (*Proc. Zool. Soc.*, 1873, p. 698). — Dans les *Bulletins de la Société Zoologique de France* (1877, p. 373), M. du Bocage relève quelques erreurs dans la monographie de M. Elliot au sujet des trois *Bucorvus* admis par cet auteur; en effet, M. Elliot réunit au *B. abyssinicus* la variété *Guineensis* de Schlégel alors que la nouvelle espèce qu'il figure sous le nom de *B. pyrrhops* n'est autre chose qu'un individu très adulte du *Guineensis*.

Hab. — Côte-d'Or (*Schlégel*), Guinée portugaise (*du E* région du Congo (*Elliot*).

BUCORVUS ABYSSINICUS *var.* CAFER.

BUCEROS LEADBEATERI, Vig. et CAFER, Verr. in Hartl., *Orn. W. Afr.*, p. 1
— CARUNCULATUS CAFER, Schl., *Mus. P.-B* (*Buceros*), p. 20 (186
BUCORVUS LEADBEATERI, Gray, *Hand-list*, II, p. 131 (1870).
TMETOCEROS ABYSSINICUS, Heugl. (part). *Orn. N.-O. Afr.*, I, p. 731 (18
BUCORVUS ABYSSINICUS, Gurn. (nec Gm.) Anderss., *B Damara*, p. 205 (1
BUCORAX CAFER, du Boc., *Proc. Zool. Soc.*, 1873, p. 698.

Adulte. — Se distingue des précédents par l'absence de la roussâtre à la base du bec, et par la forme du casque, très pe très comprimé, fermé par-devant ou n'offrant qu'une fente C'est surtout par l'absence complète de la plaque roussâtre qu'on peut facilement reconnaître cette espèce.

Taille : 0m,92 ; ailes, 0m,55.

Hab. — Angola (*Monteiro*), Damara (*Andersson*), Cafrerie *gel*), Natal, Transvaal (*Ayres*), Zambèze (*Kirk*). Cette paraît habiter toute l'Afrique australe à partir du 8° l. S.

Nous venons, en résumé, de décrire quarante-quatre espé Bucérotidés, dont une nouvelle, et treize variétés géograph dont une nouvelle aussi, ce qui porte à cinquante-sept le n des formes distinctes.

Parmi les soixante espèces décrites et figurées par M. Elli doit en supprimer cinq qui ne sont que nominales, savoir : *thracoceros fraterculus* ; 2° *Bycanistes subquadratus* ; 3° *Pholi lus Sharpii* ; 4° *Rhytidoceros narcondami* ; 5° *Anorrhynus a*



A. Dubois. ad. nat. del. & lith. Imp. G. Severeyns

1. BUCEROS LEUCOPYGIUS SP. NOV.
2. B. NASUTUS, VAR. DUBIA.



A. Dubois ad nat. del. & lith.		Imp. G. Severeyns.

BUCEROS FISTULATOR VAR.

REMARQUES SUR LES ALOUETTES DU GENRE *OTOCORYS*;

PAR

M. ALPH. DUBOIS,

Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle.

Le genre *Otocorys* ne se compose que de quelques espèces et pourtant les auteurs sont peu d'accord sur celles qu'il faut admettre. G. R. Gray dans son *Hand-list* en signale dix; aujourd'hui on n'en admet plus que cinq, les autres étant purement nominales.

Il y a quelques années, le Dr O. Finsch, dans un mémoire fort intéressant sur des oiseaux du Mexique, réduisit à cinq le nombre des espèces qui, selon lui, offrent des caractères vraiment spécifiques; ces espèces sont : *O. alpestris, chrysolæma, penicillata, longirostris* et *bilopha* (1).

Plus récemment encore, M. Dresser, dans son bel ouvrage sur les oiseaux de l'Europe, considère le *chrysolæma* de l'Amérique centrale comme identique avec l'*alpestris,* et il réunit le *longirostris* au *penicillata.* Voilà donc le nombre des espèces réduit à trois; mais, en même temps, l'auteur élève au rang d'espèce une forme intermédiaire à l'*alpestris* et au *penicillata,* à laquelle il donne le nom de *O. Brandti,* bien que M. Swinhoe l'ait antérieurement fait connaître sous le nom de *O. sibirica.*

Reprenons maintenant les cinq espèces admises par M. Finsch, auxquelles nous ajouterons le *sibirica* ou *Brandti*, et examinons avec soin les caractères de chacune d'elles. Le résultat de notre examen sera que le genre *Otocorys* ne comprend réellement qu'un seul type spécifique, mais qu'on peut fort bien admettre trois espèces, sans que l'on puisse cependant nier qu'elles descendent toutes d'une même souche.

L'*O. alpestris,* qui habite toute la zone boréale, est la forme-type.

(1) Voy. *Abhandl. vom naturwissensch. Vereine zu Bremen,* 1871, p. 342.



Les ornithologistes sont généralement d'accord pour réunir à celle-ci les individus de l'Amérique du Nord, qui n'en diffèrent en rien.

Les caractères distinctifs de cette espèce sont d'avoir le front, la raie sourcilière, la région des oreilles, les côtés du cou et la gorge jaunes, le plastron noir bien séparé de la bande noire qui part du bec pour couvrir les joues.

C'est l'*O. sibirica* (*Brandti*, Dress.) qui ressemble le plus au type; la disposition des teintes est absolument la même que chez l'*alpestris*, mais avec cette différence que toutes les parties de la face, y compris la gorge, qui sont jaunes chez ce dernier, sont d'un blanc pur chez le *sibirica*. Celui-ci a toujours été confondu avec le *penicillata*, lequel n'en diffère que par la disposition du plastron qui remonte sur les côtés pour se perdre dans le noir des joues; il n'y a donc ici plus aucune séparation blanche entre le noir des joues et les côtés du plastron.

Comme on le voit, il est très facile de reconnaître ces trois formes, et si la confusion a régné jusqu'ici, il faut l'attribuer à ce que les auteurs qui s'en sont occupés n'avaient pas sous les yeux les deux variétés asiatiques. Ce qui prouve bien que les *O. sibirica* et *penicillata* ne sont que des variétés ou races, c'est qu'on rencontre parfois des individus chez lesquels le plastron n'est séparé du noir des côtés du cou que par une simple raie blanche très étroite; c'est le cas pour un spécimen d'Astrakhan que possède le Musée de Bruxelles, et que nous considérons cependant comme appartenant à la variété *sibirica*.

M. Dresser dit avoir examiné au Musée britannique des spécimens indiens de l'*O. longirostris*, dont un provenant du Thibet, et qu'il les a trouvés semblables aux individus de Perse, de Palestine et de Syrie, sauf que leur taille est un peu plus forte et leur bec plus long; il ajoute qu'il n'a pas remarqué que les côtés du cou fussent blancs, comme l'indique la planche de Moore, mais que chez tous les exemplaires la *teinte noire est continue*. Comme conclusion, M. Dresser rapporte l'*O. longirostris* au *penicillata* (1).

L'observation de M. Dresser est cependant en contradiction avec celle présentée en 1867 par M. Blyth. Cet auteur dit avoir reçu du Dr Jerdon deux couples provenant du désert au N.-O. de Delhi, et que ces oiseaux se distinguaient de l'*O. penicillata* par une taille plus forte, par la longueur du bec et surtout *par le noir des joues*

(1) *The Birds of Eur.*, t. IV, p. 397 (1874).

qui reste séparé du plastron (1). M. Blyth confirme donc la description et la planche de Moore (2).

M. Severtzow, qui a trouvé les deux formes au Turkestan, dit que les *O. albigula* (*sibirica?*) et *longirostris* ne diffèrent entre eux que par la longueur du bec, qui est de 3 à 4 millimètres plus court chez le premier (3); il ajoute que le premier ne se montre guère à plus de 2,000 pieds anglais d'altitude, tandis que le *longirostris* ne se tient pas, en été, à moins de 10,000 pieds d'altitude (4).

On ne peut mettre en doute l'exactitude d'observations faites par des ornithologistes aussi compétents que ceux que nous venons de nommer, et pourtant nous voyons qu'ils ne sont pas d'accord. M. Dresser dit que l'*O. longirostris* a les couleurs disposées de la même manière que le *penicillata,* dont il ne diffère que par la taille et par un bec plus long; pour MM. Moore et Blyth, au contraire, l'*O. longirostris* diffère non seulement de ce dernier par la taille et la longueur du bec, mais encore par son plastron qui est parfaitement isolé de la bande noire couvrant les côtés de la tête; enfin, pour M. Severtzow, la différence ne résiderait que dans la longueur du bec (l'oiseau étant probablement comparé à la variété *sibirica*).

Il est clair que nous devons avant tout nous rapporter au type de Moore, et celui-ci, comme le confirme M. Blyth, a les côtés du cou blancs, et il est par conséquent semblable par sa coloration au *sibirica*. Il nous paraît donc certain que les *O. longirostris* et *sibirica* appartiennent à la même race ou variété, et que les différences que l'on rencontre parfois dans les dimensions de la taille et du bec ne sont qu'individuelles, et s'observent aussi bien, comme on l'a vu plus haut, chez le *penicillata* que chez le *sibirica*. Nous avons devant nous un spécimen de Sikhim qui ne diffère de ces derniers ni par la taille, ni par la longueur du bec.

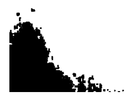
Si l'on observe parfois chez les deux variétés (*sibirica* et *penicil-*

(1) *Ibis,* 1867, p. 47.

(2) *Proc. Zool. Soc.,* 1855, pl. CXI, p. 215.

(3) Il est bien entendu que pour M. Severtzow il n'y a pas de différence dans la taille, car il dit « unterscheiden sich *einzig und allein* durch die Schnabellänge ». Seulement, comme l'auteur parle d'une espèce sous le nom de *O. albigula,* Brdt. = *penicillata,* Gould, et qu'il compare le *longirostris* à une autre qu'il appelle *O. albigula,* Bonap. *nec Brdt.,* il est possible que ce dernier n'est autre chose que le *sibirica* (*Brandti,* Dress.). Il nous a été impossible de découvrir la description originale de l'*albigula* de Brandt, et il paraît qu'elle n'a pas été publiée; celle de Bonaparte se rapporte évidemment au *penicillata.*

(4) *Journ. f. Ornith.,* 1875, p. 192.



lata) des individus ayant une taille plus forte et un bec plus long, il est clair que ce ne sont que des exceptions comme on en rencontre chez beaucoup d'oiseaux et particulièrement chez les Alouettes. La dénomination de *longirostris*, ayant donc été donnée à une forme plus ou moins anormale, ne peut être maintenue; c'est celle de *sibirica* qui doit être adoptée par droit de priorité.

Passons maintenant à la forme de l'Amérique centrale. M. Dresser réunit à l'*O. alpestris*-type le *chrysolæma* Wagl., qui diffère cependant plus de l'Alouette alpine de nos contrées que les deux variétés signalées plus haut; si ce n'est pas une bonne espèce, c'est au moins une bonne variété, comme le pense M. Coues. L'*O. chrysolæma* diffère du type *alpestris* par une taille beaucoup plus petite (il mesure 23 millimètres de moins), et se distingue en outre par la coloration de la nuque et des petites couvertures des ailes, qui sont d'un roux vif.

Nous arrivons enfin à la forme africaine, l'*O. bilopha*, admise généralement comme espèce distincte.

Celle-ci ressemble par la disposition des couleurs à l'*O. sibirica*; le noir des joues et la forme du plastron, de même que le blanc pur de la face et de la gorge ne la distinguent nullement de cette dernière; mais les parties supérieures sont d'un roux isabelle assez vif et sa taille est plus petite.

Toutes les espèces ou variétés mentionnées ci-dessus ont donc le même système de coloration et ne diffèrent entre elles que par la taille, ou par le plus ou moins de développement que prennent les parties noires, ou enfin par la teinte des parties dorsales qui, du cendré-rosâtre pâle, passe par tous les tons jusqu'au roux isabelle. Le jaune de la face de l'*O. alpestris* varie aussi d'intensité suivant les localités et il arrive parfois qu'il est peu sensible (1). Il est encore à noter que chez toutes ces formes sans exception, les rectrices sont noires, sauf les deux médianes, et que la plus externe a sa barbe extérieure blanche (la seconde rectrice a souvent aussi un fin liséré blanc).

Quand on a sous les yeux une belle série d'individus de ces différentes formes et qu'on voit des intermédiaires enlever en quelque sorte la valeur des caractères distinctifs des types soit-disant spécifiques, on ne peut hésiter à reconnaître qu'elles descendent toutes d'une même souche, sans que des intermédiaires aient disparu.

On a vu plus haut qu'on rencontre parfois des sujets de la variété

(1) C'est le cas pour la variété *Leucolæma*, Coues, propre à l'Iowa.

sibirica dont le noir des côtés du cou descend tellement bas qu'il est à peine séparé du plastron par une étroite raie blanche; ces individus sont donc des intermédiaires entre le vrai *sibirica* et le *penicillata*.

En parlant de l'*O. chrysolæma,* nous avons dit que cette forme diffère de l'*O. alpestris* autant par sa coloration que par une taille beaucoup plus petite. Mais ceci n'est pas non plus sans exception. Notre Musée possède un sujet du Mexique qui a la même coloration que les *O. chrysolæma* de Colombie, mais dont la taille est égale à celle des vrais *alpestris* de l'Amérique du Nord. Si ce caractère est constant chez tous les *Otocorys* du Mexique, il y aurait lieu de les considérer comme appartenant à une race particulière à laquelle on pourrait donner le nom de *mexicana*. Quoi qu'il en soit, l'unique spécimen mexicain dont il vient d'être question, et qui tient à la fois de la forme du Nord et de celle de l'Amérique tropicale, prouve suffisamment que l'une et l'autre ont eu les mêmes ancêtres, et que le *chrysolæma* n'est qu'une variété climatérique de l'*alpestris*.

En résumé, le genre *Otocorys* ne comprend en réalité qu'une seule espèce que l'on peut diviser en cinq ou six races ou variétés, savoir :

OTOCORYS ALPESTRIS, Bp. ex Lin.

Alauda alpestris, Lin., *Syst. nat.,* I, p. 289 (1766).
— flava, Gm., *Syst. nat.,* I. p. 800 (1788).
— cornuta, Wils., *Am. orn.,* I, p. 85, pl. V, fig. 4 (1808).
— nivalis, Pall., *Zoogr. Rosso-As.,* I, p. 519 (1811).
Eremophila alpestris et cornuta, Boie, *Isis,* 1828, p. 322.
Phileremos alpestris, C. Brm., *Vög. Deutschl.,* p. 313 (1831).
— cornutus, Bp., *Proc. Zool. Soc.,* 1837, p. 111.
Otocoris alpestris et cornuta, Bp., *Consp. gen. av.,* I, p. 246 (1850).
Otocoryx alpestris et cornuta, Licht., *Nomencl.,* p. 38 (1854).
Phileremos rufescens et striatus, C. Brm., *Vogelf.,* p. 122 (1855).
Eremophila alpestris *var.* Leucolæma, Coues, *B. of Northw.,* p. 38 (1874).

Hab. — Ce type spécifique habite l'extrême Nord de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique et même le Groenland (*Reinhardt*). C'est l'un des passereaux les plus communs de la Nouvelle-Zemble (*de Heuglin*). En Russie il est plus ou moins répandu partout : « Tous les ans, dit de Nordmann, ces oiseaux visitent le Midi de la Russie et s'avancent jusqu'en Crimée ; c'est vers la mi-octobre qu'ils arrivent par bandes parfois innombrables, qui bientôt se répartissent en petites troupes qui vont passer l'hiver dans les steppes ». M. Radde l'a observé en



hiver en Bessarabie et M. Taczanowski en Pologne. En Scandinavie il est abondant dans les parties septentrionales (*Collett*), mais il est fort rare dans le Sud, même en hiver; d'après M. Wallengreen, il ne niche en Scandinavie qu'au Nord du 67°.

On voit cet oiseau accidentellement, et toujours en automne ou en hiver, en Danemark (*Kjærbölling*) et en Allemagne; dans ce dernier pays il a été pris dans les duchés d'Anhalt et de Gotha, en Saxe, en Silésie, au Tyrol (*Naumann, Altum,* etc.); il paraît même qu'il visite régulièrement la Silésie et la Hongrie (*Fritsch*) et, en 1865, il a été capturé près de Olmutz en Moravie (*v. Tschusi*); il se montre également en Turquie (*Robson*).

Cette espèce est très rare et ne se montre qu'irrégulièrement en Belgique; plusieurs individus ont été pris au filet aux environs de Bruxelles durant l'hiver de 1874-75; deux autres ont été tués dans la première quinzaine de novembre 1884 près de Termonde. Elle a été prise plusieurs fois aux environs de Paris; on cite d'autres captures près de Dunkerque, de Nancy, de Bordeaux (*Degland* et *Gerbe*) et en Provence (*Jaubert* et *Lapom.*), mais elle n'a été observée ni en Hollande (?), ni en Espagne, ni en Portugal. En Italie elle a été prise accidentellement en Vénétie, en Ligurie et dans la province de Naples (*Salvadori, Giglioli*); plusieurs captures ont également été faites en Suisse (*Tschudi*). Ses apparitions sont irrégulières aux îles Britanniques, où elle se montre en plus ou moins grand nombre (*Harting*).

L'*Otocorys alpestris* est commun dans tout le Nord de l'Asie jusqu'au Kamtschatka et les îles Kouriles (*Pallas*); en hiver on le voit dans le Sud de la Sibérie, dans l'Altaï (*Eversmann*), dans les provinces de l'Amour (*von Schrenck*) et dans le Nord de la Chine où il fait de rares apparitions (*David*).

Dans le Nouveau-Monde cette espèce est répandue dans toute l'Amérique septentrionale, et elle se montre en hiver jusqu'au Texas (*Coues*).

OTOCORYS ALPESTRIS *var.* SIBIRICA.

? OTOCORIS ALBIGULA, Brandt nec Bonap.
— LONGIROSTRIS, Moore, *Proc. Zool. Soc.*, 1855, p. 215, pl. CXI.
OTOCORYS SIBIRICA, Swinh., *Proc. Zool. Soc.*, 1862, p. 318, et 1871, p. 390.
OTOCORIS ALPESTRIS, Swinh., *Proc. Zool. Soc.*, 1863, p. 272.
— PENICILLATA, Swinh., *Ibis*, 1863, p. 95.
OTOCORYS ALBIGULA, Dyb., *Journ. f. Orn.*, 1868, p. 334.
ALAUDA LONGIROSTRIS, Gieb., *Thes. orn.*, I, p. 298 (1872).
OTOCORYS BRANDTI. Dress., *Birds of Eur.*, IV, p. 397 (1874).
— PARVEXI, Tacz., *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1876, p. 161.
— ALPESTRIS *var.* SIBIRICA, A. Dub., *Faune ill. Vert. Belg.*, Ois., I, pl. CXXII *b*, fig. 2, p. 525 (1884).

Hab. — Il est assez difficile d'indiquer avec exactitude l'aire géographique de cette variété qui a été confondue tantôt avec le type *alpestris*, tantôt avec la variété *penicillata*. Il paraît cependant qu'elle habite l'Asie centrale jusqu'à la chaîne de l'Himalaya, le Nord de l'Inde (*Jerdon*) et de la Chine (*Swinhoe, David*); le Musée de Bruxelles possède un spécimen du Volga inférieur et un autre d'Astrakhan. Les individus qui, d'après de Nordmann, se montrent chaque hiver dans le Midi de la Russie et en Crimée, pourraient bien appartenir à cette variété, du moins en partie.

OTOCORYS ALPESTRIS *var.* PENICILLATA.

ALAUDA PENICILLATA, Gould, *Proc. Zool. Soc.*, 1837, p. 126.
PHILEREMOS SCRIBA, Bp., *List B. Eur. N. Am.*, p. 37 (1838).
OTOCORIS PENICILLATA, Gray, *Gen. of B.*, II, p. 382, pl. XCII (1844).
— ALBIGULA et SCRIBA, Bp., *Consp. gen. av.*, I, p. 246 (1850).
PHILEREMOS ALBIGULA, C. Brm., *Vogelf.*, p. 123 (1855).
OTOCORIS LARVATA, De Fil., *Arch. per. la Zool.*, II, p. 381 (1863).
— ELWESI, Blanf., *Proc. As. Soc. Beng.*, 1871, p. 227.
OTOCORYS PETROPHILA, Severz., *Journ. f. Orn.*, 1875, p. 191.
— ALPESTRIS *var.* PENICILLATA, A. Dub., *Faune ill. Vert. Belg.*, Ois., I, p. 525, pl. CXXII *b*, fig. 3 (1884).

Hab. — Cette variété habite l'Asie Mineure (*Musée de Brux.*), la Syrie (*Dresser*), la Palestine (*Tristram*), la Perse (*De Filippi*), le Turkestan (*Severtzow*) et le Sud-Ouest de la Sibérie (*Finsch*).

OTOCORYS ALPESTRIS *var.* CHRYSOLÆMA.

ALAUDA CORNUTA, Sw. (nec Wils.), *Phil. Mag.*, I, p. 434 (1827).
— CHRYSOLÆMA, Wagl., *Isis*, 1831, p. 530.
— MINOR, Gir., *B. Texas*, nº 16 (1841).
— RUFA, Andub., *B. Am.*, VII, p. 353, pl. CCCCXCVII (1843).
OTOCORIS CHRYSOLÆMA, Bp., *Consp. gen. av.*, I, p. 246 (1850).
? OTOCORIS OCCIDENTALIS, Mc Call, *Proc. Phil. Acad.*, 1851, p. 218.
OTOCORIS PEREGRINA, Sclat., *Proc. Zool. Soc.*, 1855, pl. CII, p. 110.
EREMOPHILA CORNUTA *var.* CHRYSOLÆMA, Baird, *B. N. Am.*, p. 403 (1858).
OTOCORIS RUFA, Heerm., *P. R. R. Rep.*, X, pt. VI, p. 45 (1859).
EREMOPHILA MINOR et PEREGRINA, Sclat., *Cat. Am. B.*, p. 127 (1861).
ALAUDA PEREGRINA, Gieb., *Thes. orn.*, I, p. 299 (1872).
EREMOPHILA ALPESTRIS *var.* CHRYSOLÆMA, Coues, *Key*, 1872, p. 89.
— CHRYSOLÆMA, Scl. et Salv., *Nomencl. av. neotrop.*, p. 40 (1873).
OTOCORYS ALPESTRIS (pt.), Dress., *B. of Eur.*, IV, p. 387 (1874):

Hab. — Texas, Californie (*Finsch*), Arizona (*Coues*), île Vancouver (*Brown*), Mexique (*Musée de Brux.*), Colombie (*Sclater, Musée de Brux.*).

OTOCORYS ALPESTRIS *var.* BILOPHA.

ALAUDA BILOPHA, Rüpp. in Tem., *Pl. col.*, 244, fig. 1 (1835).
OTORIS BILOPHA, Gray, *Gen. of B.*, II, p. 382 (1844).
OTOCORNIS BILOPHA, Rüpp., *Syst. Uebers.*, p. 78 (1845),
ALAUDA BICORNIS, Hemp. in Cab., *Mus. Hein.*, I, p. 122 (1850).
OTOCORYX BILOPHA, Licht., *Nomencl. av.*, p. 38 (1854).
PHILEREMOS BICORNIS, C. Brm., *Vogelf.*, p. 122 (1855).

Hab. — Afrique septentrionale et Arabie (*Loche, Rüppell, Drake*), accidentellement dans le Midi de l'Espagne (*Lilford*).

RECHERCHES SUR LA COMPOSITION ET LA STRUCTURE DES PHYLLADES ARDENNAIS

PAR

A. RENARD

Conservateur au Musée.

II. — *Phyllade violet devillien* (1).

On sait que Dumont divisait les phyllades de son système devillien en deux variétés principales, suivant qu'ils contiennent du fer sous la forme de magnétite, ou à l'état ferreux et ferrique. Il groupait sous le nom de *phyllades aimantifères* ceux qui renferment la magnétite, et que nous avons décrits précédemment; les phyllades devilliens, qui n'étaient pas caractérisés par la présence de ce minéral, étaient réunis sous le nom de *phyllades simples* et distingués par la couleur. Cette notice a pour objet la structure et la composition des ardoises violettes, l'une des variétés les plus importantes des phyllades simples de l'Ardenne française; elles sont l'objet des grandes exploitations de Fumay.

Ces phyllades violets devilliens se trouvent dans le massif de Rocroy; Dumont les envisage comme représentant, dans la bande de Fumay, les phyllades aimantifères de la bande de Rimogne (2). Sauvage et Buvignier placent les ardoises violettes et vertes dans leur étage moyen avec schistes et quartzites bleus; les phyllades que nous décrivons forment la partie supérieure de cet étage moyen (3). Pour M. Gosselet, ces roches font partie de sa zone de Fumay (4).

(1) Voir A. Renard, *Recherches sur la composition et la structure des phyllades ardennais* (Bull. Mus. roy. d'hist. nat. de Belg., t. I, 1882, n° 3, pp. 215 à 250, et t. II, 1883, pp. 127 à 152).

(2) Dumont, *Mém. sur les terrains ard. et rhén.* (Mém. Ac. roy., XX, 1847, pp. 10, 62, 70, 71).

(3) Sauvage et Buvignier, *Statistique minéralogique du département des Ardennes*, pp. 15, 16.

(4) Gosselet, *Esquisse géologique du nord de la France et des contrées voisines*, 1er fasc., p. 19.

Ces ardoises sont parfaitement divisibles en feuillets sonores, d'une couleur violette, tachetés de vert, ou zonés de grisâtre, d'un éclat satiné ; les minces esquilles se fondent difficilement, elles sont transparentes sur les bords. Les feuillets sont très denses, cohérents et élastiques ; ils possèdent, en un mot, des propriétés qui en font une des ardoises les plus estimées de l'Ardenne. Ces roches sont d'une très grande homogénéité et finesse de grain. On ne distingue à l'œil nu ou à la loupe aucun des éléments essentiels ; comme minéraux secondaires, on constate la présence de la pyrite cubique, de veinules de quartz plus ou moins chloriteuses, de filonets de calcite et d'autres carbonates spathiques et de pyrite.

Dumont fait remarquer que ces ardoises, qui ont bien résisté à la décomposition dans les escarpements des vallées, sont sujettes à une altération profonde quand elles affleurent sur les plateaux. Elles offrent alors un aspect terreux, perdent en partie leur cohérence, leur dureté, leur élasticité et leur couleur ; le phyllade violet devient gris rosâtre et le phyllade vert, qui lui est associé, prend une teinte grisâtre ou gris jaunâtre (1). Les détails relatifs à la stratigraphie de ces roches sont consignés dans le mémoire de Dumont (2) et dans un grand nombre de publications de M. Gosselet (3). Je me borne à indiquer que dans la bande de Fumay, où l'on rencontre les phyllades en question, on a ouvert un grand nombre de carrières dont on extrait ces roches. Ces exploitations se trouvent en Belgique, vers la partie occidentale de la bande, au N. du ruisseau d'Alise ; les autres sont en France, vers la partie occidentale de la bande, près de la Meuse.

Les bancs principaux, qui forment les couches à ardoises violettes, sont divisés à leur tour en plusieurs autres, par de petites bandes de schiste verdâtre, qui séparent la masse principale par des plans parallèles à la stratification, sans nuire à la division schisteuse. On considère la coloration de ces bandes vertes comme indiquant une variation de nuance dans le sédiment primitif, sur une faible épaisseur et suivant un plan parallèle à la stratification. Ces lits de couleur verdâtre ondulent et s'infléchissent comme les couches violettes, tout en conservant leur parallélisme, et le feuilletage est le même aussi pour les deux roches. Cette constance de la division feuilletée peut se suivre à travers toutes les couches alternatives

(1) Dumont, *loc. cit.*, pp. 11 et 62.
(2) Dumont, *loc. cit.*, pp. 62-70.
(3) Voir aussi Daubrée, *Études synthétiques de géologie expérimentale*, p. 394.

de phyllade violet et jaune comprises entre les deux bandes de quartzite. On distingue dans le phyllade violet, comme plans de division facile, le plan suivant les feuillets et celui suivant les couches; on observe en outre que la direction du *longrain*, suivant laquelle la pierre se laisse le plus aisément couper, est à peu près perpendiculaire aux feuillets, s'écartant d'environ 6° de la ligne de la plus grande pente des couches. Signalons enfin qu'outre ces joints, il en existe d'autres, d'allure plus irrégulière et auxquels les mineurs donnent les noms de *bièches, couteaux*, etc.

Les observations sur les caractères macroscopiques de ce phyllade se rapportent plutôt à l'aspect et à la texture qu'à la composition minéralogique, l'examen à l'œil nu ou à la loupe ne permettant d'individualiser aucun des éléments constitutifs. Le microscope, toutefois, nous fait reconnaître certains détails de structure et dévoile la présence de plusieurs espèces minérales parfaitement déterminables. Les figures 1 et 2, planche XII, représentent les particularités de structure et de composition micrographiques dont la description suit.

Les lames minces de phyllade simple violet montrent que la masse fondamentale est formée par la superposition et l'enchevêtrement d'une matière micacée incolore, qui présente ici les mêmes particularités que pour tous les phyllades ardennais. Ces membranes phylliteuses, que les résultats de l'analyse conduisent à envisager comme étant de la séricite, apparaissent dans les sections parallèles à la schistosite, sous la forme de lamelles à contours irréguliers, superposées et disposées à plat. On remarque cependant des sections de ce minéral qui se présentent sous la forme parallélogrammique et s'éteignant en long. Les lamelles disposées parallèlement à la schistosité restent, peut-on dire, constamment éteintes entre nicols croisés pour une rotation complète, tandis que les sections allongées et taillées sur champ, dont nous parlions tout à l'heure, revêtent des teintes très vives de polarisation chromatique. Les préparations que l'on obtient en taillant la roche perpendiculairement au feuilletage permettent mieux encore de juger de l'allure des lamelles micacées. Celles-ci apparaissent alors presque toutes sous la forme prismatique et polarisent vivement. Grâce à la finesse du grain et à l'absence de nœuds, le parallélisme de ces membranes microscopiques est ici plus constant que dans d'autres phyllades de l'Ardenne. Cette matière micacée forme le fond de la figure 1, planche XII; elle y est représentée par des lamelles enchevêtrées à contours vagues et indécis.

Les microlithes des diverses espèces minérales, sur lesquels nous allons revenir, sont enchâssés entre les lamelles séricitenses et étalés sur les feuillets, avec leur grand axe cristallographique orienté dans le sens du feuillage; ils sont couchés dans ce plan, sans affecter toutefois une disposition rigoureusement parallèle; comme le montrent les microlithes de tourmaline représentés par la figure 1. On peut parfaitement vérifier ce fait par l'examen des préparations sectionnées parallèlement et perpendiculairement au feuilletage; dans les premières, les microlithes de tourmaline, par exemple, apparaissent avec tous leurs caractères distinctifs; dans les secondes, au contraire, les sections de ces petits prismes sont réduites à des points microscopiques presque indéterminables.

La teneur en silice accusée par l'analyse est plus élevée pour ce phyllade que pour l'ardoise aimantifère; mais l'élément quartzeux, au lieu de se montrer en plages isolées autour des nœuds et avec les caractères de seconde formation indiqués pour le phyllade de Monthermé et de Rimogne, est noyé dans la matière séricitense fondamentale, avec laquelle il est intimement uni. Les contours des sections à rapporter au quartz sont voilés par la superposition des lamelles de mica; on ne peut, après les modifications profondes de structure et de composition, que nous montre le phyllade violet, déterminer avec certitude si ces grains quartzeux sont de nature clastique ou s'ils se sont formés en place.

L'abondance des lamelles de fer oligiste constitue le trait le plus caractéristique du phyllade que nous analysons. Comme le microscope le montre, c'est à des paillettes de ce minéral qu'est due la coloration propre de cette ardoise. Dans la masse fondamentale incolore formée par la séricite, sont répandus, en nombre immense, des granules irréguliers; leurs proportions moyennes sont comprises entre $0^{mm},020$ et $0^{mm},005$. Ces points sont ordinairement opaques; mais, à l'aide de forts objectifs, on entrevoit presque toujours, sur les bords, des parties transparentes, dans les tons rouge brique, propres aux sections microscopiques du fer oligiste. La figure 1 montre un grand nombre de paillettes rouge brunâtre de ce minéral. Leurs contours sont toujours irréguliers; généralement, on les voit répartis sans ordre sur les feuillets micacés, sauf dans certains cas, où ils sont alignés en chapelet formant des lignes plus ou moins continues et ondulées, à la jonction de deux zones de matière phylladeuse de coloration différente. (Voir la figure 2, planche XII.) Il est assez probable que l'oligiste s'est isolé de ces zones

plus pâles et porté vers la limite qui sépare les deux bandes (1).

On voit se détacher aussi de la masse fondamentale, des plages verdâtres assez foncées, formées par un minéral chloriteux, répandu sporadiquement dans la roche. Elles tranchent sur les lamelles micacées, par leur couleur et par leurs dimensions, qui peuvent atteindre de $0^{mm},050$ à $0^{mm},150$. La forme des sections, telle qu'elle nous est indiquée par les préparations taillées suivant le feuilletage ou perpendiculairement à cette direction, est généralement elliptique. Les trois grandes plages vertes de la figure 1 montrent l'aspect ordinaire des sections chloriteuses de ce phyllade.

Leur aspect microscopique rappelle tout à fait les petites lamelles chloriteuses que j'ai pu isoler du phyllade de Monthermé (2); mais elles n'ont pas ici la disposition symétrique qu'elles affectent autour des grains de magnétite dans cette roche. Les lames minces suivant la schistosite montrent ces plages chloriteuses composées d'une série de lamelles de teinte verdâtre, avec intercalation de membranes moins foncées ou presque incolores. Elles affectent une disposition irrégulière; on les voit courbées, infléchies et comme froissées, tout en conservant à peu près leur parallélisme. Les sections perpendiculaires à la schistosite laissent entrevoir rarement la disposition lamellaire du minéral en question ; on n'aperçoit alors, le plus souvent, qu'une plage uniforme. Nous aurions ici un fait analogue à ce que nous avons signalé pour la chlorite du phyllade de Monthermé : les lamelles de ce minéral, contrairement à ce que l'on observe presque toujours pour la séricite de ces roches, sont empilées perpendiculairement au feuilletage.

Lorsque les sections du minéral vert ont été menées de façon à entailler plus ou moins perpendiculairement les lamelles, on

(1) Étant donné le rôle important de l'oligiste dans ce phyllade, on pourrait peut-être le désigner sous le nom de phyllade oligistifère; toutefois, comme Dumont appliqué cette dénomination à un phyllade salmien (DUMONT, *l. c.*, pp. 126 et suiv.), je continue à désigner sous le nom de phyllade violet simple les roches devilliennes de la bande de Fumay. Ce qui différencie surtout le phyllade oligistifère salmien de l'ardoise violette, c'est la présence de la spessartine, qui caractérise la première de ces roches; en outre, les lamelles d'oligiste y sont plus grandes, quelquefois même elles sont discernables à l'œil nu. (Conf. RENARD, *Mém. sur la struct. et la compos minér. du coticule,* 1877, pp. 35-36; F. ZIRKEL, *Der Phyllit von Recht in Hohenvenn* (VERH. D. NATUR. DER PREUSS. RHEINLANDE U. WESTPH., XXXI, pp. 33-36.)

(2) RENARD, *Rech. sur les phyllades ard.* (ANN. MUS. HIST. NAT., t. II, 1883, n° 2 p. 142.

observe un pléochroïsme sensible : les teintes pour E sont jaune clair; celles pour O sont vert assez foncé. Les sections parallèles aux lamelles restent éteintes pour une rotation complète entre nicols croisés.

Parmi les minéraux qui jouent un rôle secondaire dans ce phyllade, signalons la tourmaline : elle y apparaît avec les caractères qu'on a déjà fait connaître en décrivant le phyllade aimantifère, avec cette différence toutefois que les microlithes de cette espèce sont généralement un peu plus petits dans les ardoises de Fumay.

Cette remarque peut s'appliquer aux cristaux microscopiques de rutile simples ou maclés; ces microlithes sont aussi, plus souvent que dans d'autres roches, groupés en pelotes. Les granules plus ou moins irréguliers, que je rapporte avec M. Cathrein au même minéral, ne sont ni aussi nombreux ni aussi volumineux que dans le phyllade aimantifère.

Le zircone est représenté dans l'ardoise violette par des cristaux à contours assez nets, présentant les faces prismatiques et octaédriques.

On trouve aussi quelques sections incolores prismatiques ou hexagonales, qui ont les caractères de l'apatite.

On n'a pas observé, dans le phyllade en question, ces sections prismatiques de couleur brun jaunâtre, à contours vagues et déchiquetés, à structure lamellaire, que nous montrent si souvent les préparations des ardoises aimantifères (1).

Par contre, un minéral non signalé dans ces roches se retrouve assez fréquemment dans les ardoises de Fumay; je veux parler d'un carbonate spathique, dont on découvre souvent des cristaux rhomboédriques incolores, nettement terminés. Leur forme paraît être un rhomboèdre primitif; ces cristaux sont souvent groupés, formant de petits nœuds elliptiques ou des géodes microscopiques entrelacées de mica. Le nœud grisâtre, au centre de la figure 2, planche XII, représente l'aspect des plages spathiques dont il est ici question. Le même minéral se montre aussi constituant des plages très petites sans contours cristallographiques, et que l'on reconnaît surtout aux bords irisés qu'ils offrent à la lumière polarisée. Ces cristaux de carbonate sont, peut-on dire, aussi fréquents dans le phyllade violet proprement dit, que dans les

(1) Renard, *loc. cit.*, p. 133.

zones jaunâtres fréquemment associées au phyllade normal (1)

La microstructure et la composition minéralogique de ces couches ou de ces taches jaune verdâtre, si fréquentes dans les phyllades violets, diffèrent à peine de ce que nous venons de voir pour l'ardoise riche en oligiste. Ce qui caractérise surtout ces parties de couleur moins foncée, c'est que les paillettes oligistifères, pigment du phyllade violet, manquent ici, ou du moins sont relativement rares. Les préparations microscopiques montrent que c'est la présence ou l'absence de ces paillettes qui constitue la différence essentielle entre ces deux variétés de la même roche. La figure 2, planche XII, est consacrée à représenter les diverses particularités de la microstructure des zones verdâtres et leurs rapports avec le phyllade violet. Elle montre une partie de préparation taillée normalement à la schistosite. Les paillettes d'oligiste, très nombreuses à la partie supérieure du dessin, apparaissent comme des points opaques. Cela tient au faible grossissement dont on a dû faire usage afin de permettre d'embrasser dans la figure la bande violette et la bande jaune verdâtre qui lui est adjacente.

Nous n'avons donc pas à revenir sur les minéraux constitutifs ni sur leurs caractères; qu'il nous suffise d'indiquer quelques traits distinctifs de ces parties jaunes, comparées au phyllade violet. Les lames minces, taillées perpendiculairement au feuilletage, au travers des deux parties de coloration différente adjacentes, montrent que la transition de la zone violette à celle de teinte moins foncée se fait par l'élimination plus ou moins graduelle de l'élément oligistifère. On peut suivre sur la largeur d'un millimètre environ la transition du phyllade violet à la partie jaune verdâtre. Les

(1) En s'appuyant sur l'aspect microscopique de ces phyllades violets avec bandes verdâtre ou jaunâtre, on est très porté à y voir des roches présentant de grandes analogies avec les phyllades oligistifères du terrain salmien, associés aux bandes de coticule. MM. Gosselet et Malaise [*Observations sur le terrain silurien de l'Ardenne*, (Bull. Ac. roy. de Belgique, 2e série, t. XXVI, p. 110)] ont mentionné avec la plus grande réserve ce rapprochement des ardoises de Viel-Salm et de celles de Fumay. Sauvage et Buvignier (*Statistique minéralogique et géologique du Département des Ardennes*, 1842, p. 126; voir aussi Dumont, *loc. cit.*, p. 11) avaient déjà envisagé les veines jaunes ou vertes comme étant de la pierre à rasoir. La description qui précède prouve que ce rapprochement, que l'on serait tenté de faire, n'est pas fondé : il manque à ces phyllades de l'Ardenne française un élément, la spessartine, que nous avons montré autrefois comme étant essentiellement caractéristique du coticule et du phyllade oligistifère [Renard, *Mém. sur la struct. et la comp. min. du coticule* (Mém. cour. de l'Acad. royale de Belgique, t. XLI, 1877)].

lamelles d'oligiste deviennent de plus en plus rares, à mesure qu'on approche de la bande moins foncée.

Comme nous l'avons déjà indiqué, les bandes les plus claires de ces parties jaunes sont souvent limitées ou traversées par des lignes noires. Examinées à de plus forts grossissements, ces lignes se résolvent en grains d'oligiste alignés; généralement elles ne sont pas droites; elles dessinent des ondulations parallèles ou quelquefois entre-croisées, rappelant l'allure que nous montrent les feuillets phylliteux dans une roche à structure gneissique. C'est ce que représente la zone ondulée, de teinte peu foncée, qui traverse vers le bas la figure 2.

Les tableaux qui suivent indiquent les rapports qu'on peut établir entre les résultats de l'examen microscopique et la composition chimique des phyllades violets et des zones vertes.

En prenant la moyenne des analyses de la partie violette des phyllades de Fumay et de Haybes, et des bandes jaune verdâtre des mêmes échantillons, on obtient les valeurs suivantes :

	I. Couche violette.	II. Couche jaune verdâtre.
SiO_2	61.32	65.53
TiO_2	1.55	1.04
Al_2O_3	19.62	20.09
Fe_2O_3	6.23	2.90
FeO	1.19	0.81
CaO	0.21	0.21
MgO	1.94	1.52
K_2O	3.46	3.77
Na_2O	0.92	0.61
H_2O	3.30	3.14
	99.74	99.62

I. Valeurs moyennes de l'analyse d'un phyllade violet de Fumay (Klement) (1) et de celle d'un même phyllade de Haybes (Renard) (2).

II. Valeurs moyennes de l'analyse des couches vertes du phyllade de Fumay (Klement) (3) et de celle des mêmes couches de Haybes (Renard) (4).

(1) Voir, pour les détails des analyses, RENARD, *Recherches sur la composition et la struct. des phyllades ardennais* (BULL. MUSÉE ROY. D'HIST. NAT. DE BELGIQUE, t. I, 1882, nº 3, pp. 236, 237).

(2) *Ibidem*, pp. 240, 241.

(3) *Ibidem*, pp. 244, 245.

(4) *Ibidem*, pp. 241, 242.

Phyllades violets de Fumay et de Haybes.

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O
Chlorite.	2 34	—	1.34	—	1.19	—	1.94	—	—	0.94
Séricite	18.57	—	15.88	—	—	—	—	3.46	0.92	1.86
Quartz	40 41	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rutile.	—	1.55	—	—	—	—	—	—	—	—
Oligiste	—	—	—	6,23	—	—	—	—	—	—
Reste	—	—	2.40	—	—	0.21	—	—	—	0.50
Somme	61.32	1.55	19.62	6,23	1.19	0,21	1.94	3.46	0.92	3,30

Couches vertes des phyllades violets de Fumay et de Haybes.

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O
Chlorite.	1.77	—	1 01	—	0,81	—	1.52	—	—	0.70
Séricite	17.98	—	15.38	—	—	—	—	3.77	0.61	1.80
Quartz	45.78	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rutile.	—	1 04	—	—	—	—	—	—	—	—
Oligiste	—	—	—	2.90	—	—	—	—	—	—
Reste	—	—	3 70	—	—	0,21	—	—	—	0.64
Somme	65.53	1.04	20.09	2 90	0.81	0.21	1.52	3.77	0.61	3.14

On obtient ainsi la composition minéralogique suivante :

	Phyllades violets.	Couches verdâtres.
	—	—
Chlorite	7.75	5.81
Séricite	40.69	39.54
Quartz	40.41	45.78
Oligiste	6.23	2.90
Rutile.	1.55	1.04
Reste	3.11	4.55
	99.74	99.62

L'une des différences les plus notables, accusées par le calcul des analyses, entre le phyllade violet et les couches verdâtres, est la teneur en quartz. Ce fait est à mettre en rapport avec une observation qu'on a souvent l'occasion de faire en examinant des dalles d'ardoise violette zonées ou tachetées de jaune verdâtre : tandis que les parties foncées résistent moins à l'usure, on voit les zones jaune verdâtre rester en relief sur la pierre. En comparant les colonnes, on remarque que les autres minéraux essentiels sont représentés dans les deux variétés par des quantités presque égales, sauf le fer oligiste. Ainsi qu'on l'a dit dans la description micrographique, cette espèce est surtout concentrée dans la partie violette ; c'est ce qu'indiquent aussi les résultats des analyses. On a considéré comme se rapportant à l'oligiste tout le fer dosé comme peroxyde; ce chiffre est trop élevé; une petite partie peut être reportée sur des enduits limoniteux; c'est surtout le cas pour le phyllade jaune verdâtre. Pour la chlorite, on est parti de la formule $3SiO_2$, Al_2O_3, $5R$, $4H_2O$; l'incertitude qui existe relativement au rôle de l'alumine dans ce minéral permettrait peut-être de considérer l'excès d'alumine (2.40 et 3.70 °/₀) comme devant se rapporter à cette espèce. La petite quantité de chaux placée sous la rubrique *reste* peut s'expliquer par la présence de l'apatite et surtout par celle de la calcite (1).

(1) Comme on l'a vu plus haut, on observe souvent les carbonates spathiques dans ces phyllades. Un essai fait par M. Klement sur un échantillon de phyllade vert de Haybes a donné pour 2.390 gr. de substance 0.0457 gr. d'acide carbonique, ce qui répondrait à 1.91 °/₀ de calcite.

III. — *Phyllade simple de Rimogne et de Monthermé.*

Après avoir exposé les détails relatifs à la composition et à la microstructure des deux variétés les plus importantes des ardoises ardennaises : le phyllade aimantifère et le phyllade simple violet, il reste à traiter des phyllades devilliens, qui accompagnent les ardoises aimantifères, et de ceux, plus ou moins subordonnés aux ardoises de Fumay, répartis vers le nord de la bande du même nom. Ces roches appartiennent au groupe des phyllades simples et se rapprochent beaucoup des types décrits et auxquels ils sont associés. Ils s'en séparent néanmoins par des caractères assez nets : en les faisant connaître, j'insisterai moins que dans les descriptions précédentes, sur les particularités micrographiques des espèces minérales qui constituent ces roches. Je me borne à rappeler ici que tous les phyllades ardennais présentent au fond une même composition minéralogique et que les espèces qui les constituent ont de grandes analogies de microstructure. Sauf dans des cas spéciaux, je ne ferai donc qu'indiquer les principaux traits du minéral et je ne m'arrêterai qu'aux détails saillants qui distinguent les minéraux ou la structure d'une roche donnée.

Étudions d'abord les ardoises qui accompagnent les roches aimantifères. Sous le titre de *phyllades simples de Rimogne et de Monthermé,* sont comprises les ardoises habituellement associées aux phyllades aimantifères devilliens; les roches que nous décrivons se distinguent de ces dernières par l'absence de la magnétite. Ce caractère se révèle aisément à l'œil nu; nous en ferons connaître d'autres, qu'on ne découvre qu'à l'aide du microscope et qui n'en sont pas moins nets. Les variations de couleur que présentent les phyllades en question, suivant les localités où nous les rencontrons, sont trop accidentelles pour en faire la base d'une subdivision. Le microscope nous montrera comment ces phyllades simples se rattachent, par la structure et par la composition, à un type lithologique bien déterminé, malgré la teinte qui peut varier d'une manière assez sensible d'un gisement à un autre.

Le phyllade simple de Rimogne et de Monthermé appartient au terrain devillien de Dumont; il est rapporté par Sauvage et Buvignier à leur étage inférieur de l'ardennais; pour M. Gosselet, il fait partie de sa zone de Deville. Comme nous l'avons rappelé, cette roche est constamment au contact du phyllade aimantifère;

on la désigne souvent sous le nom de schiste ou ardoise bleu grisâtre. La nuance est généralement plus foncée que celle du phyllade aimantifère. Quelques couches sont d'une teinte bleue bien prononcée; d'autres, au contraire, plus terreuses, sont d'un gris assez pâle (1). C'est surtout le cas, me paraît-il, dans certaines exploitations de Monthermé. Ils sont souvent bariolés d'une teinte violâtre. Le grain de ce phyllade est plus fin que celui de l'ardoise aimantifère et l'on n'aperçoit à l'œil nu, sur les feuillets, aucun minéral déterminable enchâssé dans la masse séricitense fondamentale.

Cette roche se divise en feuillets élastiques et sonores parallèles ou obliques à la stratification, présentant, suivant le longrain, un plan de division facile. Son éclat est satiné et, sur les bords des feuillets, les éclats sont légèrement translucides (2). Parmi les minéraux accidentels les plus fréquents, on peut signaler la pyrite.

Dans les ardoisières de Rimogne, où ce phyllade est l'objet de grandes exploitations, il prédomine sur l'ardoise aimantifère. On y observe des couches puissantes, dont l'épaisseur va jusqu'à 50 mètres; c'est le contraire à Deville et à Monthermé, où le phyllade simple ne se présente qu'en couches minces, tandis que le phyllade aimantifère y prend un développement considérable. Ces massifs de couches d'ardoises sont séparés par des bancs de quartzite; à Rimogne, le phyllade aimantifère est accolé au toit et au mur; le phyllade simple se trouve principalement vers le milieu. Dans les ardoisières de Monthermé, c'est l'inverse qui a lieu: le phyllade simple se trouve au toit et au mur, et l'ardoise aimantifère occupe le centre des couches exploitées (3).

La description micrographique qui suit peut s'appliquer aux phyllades simples de Rimogne et à ceux de Monthermé. La masse fondamentale de cette ardoise est formée par des lamelles enchevêtrées de séricite incolore ou légèrement verdâtre, offrant, sous le microscope, l'aspect de ce minéral dans les roches ardennaises précédemment décrites. On peut dire la même chose du rutile et de la tourmaline. Ce qui constitue le trait distinctif de la roche se

(1) Sauvage et Buvignier, *loc. cit.*, p. 119. Dumont fait remarquer que ces phyllades ne sont presque jamais nuancés de violet : cette teinte, ajoute-t-il, est bien rarement analogue à celle des ardoises de Fumay.

(2) Dumont, *loc. cit.*, p. 50.

(3) Pour les détails locaux voir Dumont, *loc. cit.*, pp. 50 et suiv.; Sauvage et Buvignier, *loc. cit.*, p. 119.

trouve dans l'abondance de paillettes de fer oligiste ou de fer titané alignées. Au premier coup d'œil, sur une préparation du phyllade en question, on saisit ce caractère. On voit se détacher alors de la masse micacée, qui forme le fond, un nombre considérable de petites sections, presque toujours opaques, généralement allongées et toutes ayant le grand axe parallèle. Cet alignement rappelle assez bien celui que nous montrent les cristaux de magnétite dans le phyllade aimantifère. Cependant, dans la roche que nous décrivons, on n'aperçoit pas de nœuds; tout au plus voit-on, autour de cristaux de tourmaline ou des plages métalliques un peu plus grandes, une concentration de lamelles chloriteuses. Mais c'est l'exception; généralement, les paillettes d'oligiste gisent dans la matière micacée, sans interposition de quartz ou de chlorite; jamais la phyllite ne contourne les sections opaques. La large face des lamelles apparaît rarement dans les préparations taillées suivant le feuilletage; on les observe souvent, affectant une disposition linéaire; exceptionnellement, elles ont la forme plus ou moins discoïde, que nous ferons connaître en décrivant certains phyllades reviniens. Les dimensions des sections de ce minéral sont assez variables : d'ordinaire elles sont comprises entre $0^{mm},008$ et $0^{mm},016$ de largeur sur $0^{mm},020$ et $0^{mm},8$ de longueur; sauf dans le cas où les sections sont extrêmement minces et très petites, ces paillettes restent opaques; quelquefois, les plus grandes sont légèrement transparentes à la périphérie; leur teinte est alors brun plus ou moins foncé.

Somme toute, ces paillettes d'oligiste semblent déjà se rapprocher beaucoup plus du fer titané, qu'un grand nombre de lamelles rouges des phyllades oligistifères du terrain salmien, et que celles des phyllades violets de Fumay (1). Indiquons aussi que ces petites sections sont souvent accolées à des microlithes de rutile; mais, dans cette roche, elles ne montrent pas aussi bien que dans certains schistes que nous décrirons, les interpositions de sagénite.

Après ces détails sur ces paillettes, il reste peu de choses à dire sur les autres minéraux constitutifs. Il est important cependant de faire remarquer que tous présentent, dans leur disposition, un

(1) En décrivant le phyllade revinien gris pâle des Forges de la Commune, on fera connaître d'une manière détaillée les caractères de ces lamelles et les faits sur lesquels on peut s'appuyer pour les rapporter au fer titané. Il est très possible cependant qu'un certain nombre d'entre elles, transparentes avec teinte rouge cochenille, doivent se rattacher à l'oligiste.

alignement répondant assez bien à celui qu'affectent les lamelles de ce minéral titanifère.

Comme nous l'avons fait observer, les nœuds, si intéressants, du phyllade aimantifère, ne se sont pas développés dans cette roche. L'élément chloriteux, qui accompagne toujours ces nœuds, est cependant représenté dans les lames minces; on l'observe sous la forme de plages nettement isolées; mais elles ne montrent pas cette disposition régulière des lamelles chloriteuses, signalée pour le phyllade aimantifère. Elles n'ont de commun avec celles des ardoises à magnétite, que la disposition allongée, avec étirement suivant la direction des lamelles titanifères. Elles sont plus grandes et moins fréquentes que celles-ci. Autour d'elles, le quartz de seconde formation s'est quelquefois déposé; mais ce dernier minéral apparaît bien rarement en sections assez grandes pour être facilement décelées au microscope; il doit être dissimulé, à l'état de particules extrêmement ténues, entre les lamelles micacées de la masse fondamentale sériciteuse.

Le rutile s'observe sous la forme de prismes simples, géniculés ou cristallisés d'après la macle en cœur; il est aussi fréquent que dans le phyllade aimantifère; souvent on aperçoit aussi, comme dans cette roche, des granules jaunâtres irréguliers, répandus sporadiquement dans la pâte; je les rapporte au rutile. La tourmaline, représentée ici, comme dans tous les phyllades de l'Ardenne, atteint des dimensions relativement grandes. Cette remarque s'applique aussi au rutile; et l'on peut dire que l'ardoise que nous décrivons appartient à celles où la cristallisation de ces minéraux est le mieux développée.

On retrouve encore dans ce phyllade le minéral signalé, en décrivant du phyllade aimantifère, comme présentant une allure irrégulière et qui contraste avec le parallélisme affecté par la plupart des minéraux constitutifs. On constate la même chose ici; ces sections prismatiques apparaissent déchiquetées, à contours vagues, elles sont remplies d'inclusions noirâtres; dans certains cas on dirait qu'elles sont formées par l'agglomération des granules. J'ai donné leur description, en traitant du phyllade aimantifère; mais elles échappent, jusqu'à ce moment, à une détermination rigoureuse (1). Tout fait penser que ces microlithes sont à rapporter à un composé du titane, peut-être bien à la titanite.

(1) Voir A. Renard, *Sur la comp. et la struct. des phyll. ardennais* (Bull. Mus. roy. nat. d'hist. de Belg., 1883, t. II, n° 2, p. 133.

Les détails que l'on vient de lire sur la microstructure de ce phyllade simple, s'appliquent parfaitement aux ardoises bleues qui accompagnent les phyllades aimantifères à Rimogne et à celles associées aux mêmes phyllades à Monthermé et à Deville. Un coup d'œil au microscope montre de la manière la plus évidente que ces roches appartiennent au même type. Nous avons assez insisté, au cours de cette description, sur les différences qui les séparent du phyllade aimantifère : elles peuvent se résumer à l'absence des nœuds à magnétite. Quant aux roches violettes de Fumay, les différences sont bien plus saillantes encore : les phyllades bleuâtres devilliens sont beaucoup plus cristallins : les minéraux constitutifs sont mieux développés. Dans les phyllades de la bande de Fumay, très riches d'ailleurs en oligiste, ce minéral appartient plutôt à la variété terreuse; dans les ardoises simples de Monthermé et de Rimogne, il se rapproche du fer titané en paillettes noires brillantes, que nous décrirons en détail pour certaines roches reviniennes. Enfin, la microstructure des phyllades simples de Rimogne et de Monthermé, l'alignement si bien indiqué, rappelant jusqu'à un certain point le parallélisme des nœuds à magnétite, sont étrangers aux phyllades de Fumay; tout au plus cette disposition n'y est-elle que reproduite d'une manière très vague.

Le tableau qui suit montre les rapports qu'on peut établir entre les résultats de l'examen microscopique et la composition chimique d'un phyllade bleu de Rimogne.

L'analyse de cette roche a donné (1) :

	[Klement.]
SiO_2	61.43
TiO_2	0.73
Al_2O_3	19.10
Fe_2O_3	4.81
FeO	3.12
MnO	traces
CaO	0.31
MgO	2.29
K_2O	3.24
Na_2O	0.83
H_2O	3.52
	99.38

(1) Voir, pour les détails de cette analyse, Renard, *Recherches sur la composition et la structure des phyllades ardennais* (Bull. Mus. roy. d'hist. nat. de Belgique, 1882, t. I, n° 3, p. 232).

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O
Chlorite	3.62	—	2.07	—	3.12	—	2.29	—	—	1.45
Séricite.	17.23	—	14.73	—	—	—	—	3.24	0.83	1.72
Quartz	40.58	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oligiste.	—	—	—	4.81	—	—	—	—	—	—
Reste.	—	0.73	2.30	—	—	0.31	—	—	—	0.35
Somme.	61.43	0.73	19.10	4.81	3.12	0.31	2.29	3.24	0.83	3.52

On obtient ainsi la composition minéralogique suivante :

Chlorite	12.55
Séricite.	37.75
Quartz	40.58
Oligiste.	4.81
Reste	3.69
	99.38

Je renvoie, pour la formule qui a servi au calcul de la chlorite, pour l'excès d'alumine et de chaux, aux observations consignées à la fin de la description des phyllades violets de Fumay. Étant donnée la présence du rutile et du fer titané, il a été impossible de calculer le titane qui revient à l'une ou à l'autre de ces espèces. Je me borne à signaler ici la grande analogie que présentent, au point de vue des résultats analytiques, les ardoises bleues de Rimogne et les phyllades aimantifères auxquels elles sont associées.

IV. — *Phyllade gris verdâtre de Haybes.*

Les roches décrites ici sous le nom de phyllades gris verdâtre de Haybes appartiennent à la bande de Fumay ; elles sont subordonnées aux ardoises violettes et se trouvent le long de la Meuse, près du village de Haybes. M. Jannel a trouvé dans ces phyllades des *Oldhamia radiata* et des traces de vers, qui ont été rapportées au *Nereites cambriensis*. Leur teinte est ordinairement gris verdâtre peu foncée; elles paraissent d'un grain assez homogène, mais sont moins élastiques que celles précédemment décrites; la transparence, sur les bords des feuillets, est aussi moins prononcée; quelquefois la division en feuillets n'est pas nette. Généralement ces roches sont altérées; leur éclat est alors moins lustré, la couleur est plus pâle; elles deviennent blanchâtres; c'est le cas, par exemple, pour les ardoises à *Oldhamia*. Elles sont recouvertes, par places, d'enduits limoniteux.

Une variété tachetée de ces phyllades se trouve dans la même localité, et quelques couches en sont exploitées dans les ardoisières belges d'Oignies. Dumont, qui avait distingué cette variété, la caractérisait en ces termes : « On trouve, mais assez rarement, des » phyllades dans la bande de Fumay, qui présentent sur les feuil- » lets des points ou des lames peu épaisses, allongées, tendres, d'un » noir verdâtre et qu'on pourrait prendre à première vue pour de » l'ottrélite altérée (1) ».

Ces ardoises ont à peu près la même teinte que celles auxquelles elles sont associées; seulement leur couleur tire plus sur le vert; elles sont d'un grain très fin et assez homogène, satinées, avec éclat légèrement cireux. A Oignies, on trouve des couches où cette roche peut se débiter en larges feuillets élastiques et sonores et rappelant assez bien, pour l'aspect, le phyllade vert, souvent associé aux ardoises violettes de Fumay. La présence de lamelles noir verdâtre, se détachant nettement de la masse fondamentale, permet, à première vue, de la distinguer de celles-ci. La forme de ces points foncés est généralement elliptique; ils peuvent atteindre, dans la roche de Haybes, jusqu'à 4 millimètres de longueur; dans les échantillons de l'ardoisière *Persévérance,* à Oignies, ils ont en moyenne 2 millimètres sur $0^{mm},5$. Ils sont disposés en files interrompues, affectant une orientation parallèle. En admettant que ce soit de

(1) DUMONT, *loc, cit.*, p. 62.

l'ottrélite, on ne comprendrait pas ces formes elliptiques et cette régularité dans la disposition.

Comme Dumont l'avait déjà observé, la dureté et l'éclat de ces paillettes ne sont pas non plus celles de ce minéral. On verra, par les détails micrographiques qui suivent, que ces petits nœuds verdâtres ne sont autre chose que des écailles chloriteuses.

Le microscope montre que, sauf les particularités relatives à ces points noirs, les phyllades gris verdâtre que l'on trouve à Haybes et à Oignies sont minéralogiquement identiques et que la structure est la même. Sur un fond sériciteux incolore, sont répandus, en grand nombre, des microlithes infiniment déliés de rutile, affectant une disposition tout à fait irrégulière. Souvent on observe, dans les lames minces, des taches verdâtres chloriteuses, semblables à celles décrites pour le phyllade violet; le rutile ne paraît pas s'y être développé aussi abondamment que dans la masse séricíteuse. La tourmaline est relativement rare dans ces roches et n'affecte, pas plus que le rutile, une orientation régulière. Au fond, la structure est, à peu de chose près, la même que dans les ardoises de Fumay. Les préparations microscopiques sont parsemées d'un pointillé noirâtre; ces sections opaques sont bien probablement des grains microscopiques de pyrite; on les voit souvent entourées de limonite.

Les phyllades gris verdâtre tachetés sont formés des mêmes éléments; les paillettes verdâtres qui les caractérisent apparaissent dans les préparations, formées de chlorite dicroscopique. Ces lamelles sont enchevêtrées irrégulièrement. D'ordinaire, ces petits nids chloriteux ont une auréole de calcite; souvent aussi, du quartz de formation secondaire s'est déposé à la périphérie de ces agrégats chloriteux.

L'analyse suivante montre la composition centésimale d'un phyllade gris verdâtre de Haybes (1) :

	[KLEMENT.]
SiO_2	53.33
TiO_2	1.34
Al_2O_3	24.30
Fe_2O_3	2.64
FeO	5.40
MnO	traces
CaO	0.39
MgO	2.62
K_2O	3.41
Na_2O	0.73
H_2O	4.50
	98.66

(1) Voir, pour les détails de cette analyse, RENARD, *Recherches sur la comp. et la struct. des phyll. ardennais* (BULL. MUS. ROY. D'HIST. NAT. DE BELG., t. I, p. 243).

On peut grouper comme suit les valeurs obtenues à l'analyse :

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O
Chlorite	5.06	—	2.89	—	5.40	—	2.62	—	—	2.02
Séricite.	17.30	—	14.80	—	—	—	—	3.41	0.73	1.73
Quartz	30.97	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rutile	—	1.34	—	—	—	—	—	—	—	—
Limonite.	—	—	—	2.64	—	—	—	—	—	0.45
Reste.	—	—	6.61	—	—	0 39	—	—	—	0 30
Somme.	53 33	1.34	24.30	2.64	5.40	0 39	2.62	3.41	0.73	4.50

On obtient ainsi la composition minéralogique suivante :

Chlorite.	17.99
Séricite.	37.97
Quartz	30.97
Rutile	1.34
Limonite	3.09
Reste	7 30
	98.66

Les phyllades gris verdâtre, dont on vient de lire la description, se rapprochent beaucoup par la microstructure et par la composition minéralogique des ardoises violettes et vertes de la bande de Fumay. Ce qui les distingue de ceux-ci, dans certains cas, c'est la présence des mouchetures vertes et la couleur. Cette différence de la teinte se traduit au microscope par l'absence de lamelles rougeâtres d'oligiste, si abondantes dans les phyllades violets. Les particularités qui les distinguent des ardoises aimantifères sont plus prononcées encore : les phyllades gris verdâtre, partageant en ceci les caractères des ardoises de Fumay, sont beaucoup moins cristallins que ceux de la bande devillienne de Monthermé; les microlithes y sont moins grands et les nœuds avec dépôt de chlorite et de quartz y manquent.

V. — *Phyllade ottrélitifère de Monthermé.*

Les roches phylladeuses décrites jusqu'ici appartiennent au terrain devillien de l'Ardenne française; celles dont nous allons traiter représentent les principaux types des couches reviniennes de la même région. Avant d'aborder la description lithologique détaillée de ces schistes, je rappellerai en quelques mots, d'après Dumont et les géologues qui se sont le plus occupés de l'Ardenne, les données générales sur le gisement et la classification admise par ces savants.

Les phyllades et les schistes reviniens, associés à des quartzites et à des quartzophyllades, occupent une grande surface de l'Ardenne française : elle embrasse, peut-on dire, les neuf dixièmes du massif de Rocroi. Dumont distinguait deux bandes *reviniennes* dont il trace les limites dans son mémoire sur l'Ardenne (1) : la bande de Revin, qui est la plus étendue, et celle de Montcornet. On a rappelé que M. Gosselet (2) scinde le système revinien du célèbre géologue belge et le divise en deux zones : celle des schistes de Revin et celle des schistes de Bogny.

D'après Dumont, ces couches renferment des phyllades simples, pailletés, pyritifères, ottrélitifères, albiteux ou calcareux. Ces derniers sont localisés près des roches feldspathiques et amphiboliques qui sillonnent cette région (3). Leur étude se rattache nécessairement à celle des masses éruptives auxquelles ces schistes sont associés. Nous n'en traiterons pas dans ce travail; mais nous aurons à nous occuper d'une variété assez répandue aux environs de Laifour, et non décrite jusqu'ici : les schistes à fer titané ou à ilménite. Le même géologue subdivise en trois le système revinien : la partie inférieure de ce terrain comprend des phyllades très feuilletés, gris bleuâtre souvent pyritifère, qui se transforment par altération en des roches gris pâle, rosâtre ou rougeâtre; on y trouve aussi du phyllade ottrélitifère. Ces roches schisteuses sont accompagnées de quartzites ou de grès. Les phyllades des parties moyenne et supérieure du système revinien sont simples, noir bleuâtre, souvent pailletés et présentent des transitions au quartzophyllade (4).

Je me borne, avant de passer à la description de ces variétés de phyllades et de schistes, à une remarque générale relative à ces

(1) Dumont, *loc. cit.*, p. 71.

(2) Gosselet, *Esquisse géologique*, p. 19.

(3) Dumont, *loc. cit.*, p. 16.

(4) Dumont, *loc. cit.*, pp. 80, 82; Sauvage et Buvignier, *loc. cit.*, p. 15.

roches, c'est que, le plus souvent, elles n'ont pas le degré d'homogénéité ni de dureté voulu pour servir d'ardoises. Il existe cependant quelques ardoisières dans les schistes noirs de Revin : je citerai celle ouverte dans les bancs noirs au sud de Fumay, l'ardoisière Saint-Pierre à Haybes et celles des environs de Cul-des-Sart. Comme je l'ai fait dans les descriptions précédentes, je renvoie pour les détails locaux aux auteurs qui viennent d'être cités.

Les *phyllades à ottrélite* des Ardennes françaises appartiennent au terrain revinien de Dumont; d'après cet auteur, ils forment quelques couches subordonnées, à la partie inférieure de ce système (1). On trouve ce schiste à Monthermé, au nord de Linchamps, à Olloy, entre Corbion et Givonne, près de La Gleize et à Bogny. Dumont en a rencontré des traces entre la Vieille-Forge et la Neuve-Forge près des Mazures. Cette variété de phyllade est très rare dans le massif de Rocroy; elle n'y est guère exploitée comme ardoise. Du temps de Dumont, on avait ouvert deux carrières dans le schiste ottrélitifère de Monthermé; le massif avait une épaisseur de 4 mètres. Dir. 127°, incl. S. 37° E. = 40°, longrain vertical. C'est dans ces couches de l'Enveloppe qu'on a recueilli les types à décrire; ces échantillons présentent bien les caractères des schistes ottrélitifères reviniens. Toutefois, dans cette région on observe des roches à ottrélite qui se rapprochent plus de celles du type d'Ottrez; je citerai à cet égard les roches ottrélitiques de Bogny. Mais c'est l'exception, car, généralement, les paillettes ottrélitiques sont de dimensions beaucoup plus petites que dans les schistes des environs de Viel-Salm. Il fallait le coup d'œil de Dumont pour identifier les lamelles microscopiques des ottrélites de la région de Monthermé à celles de même espèce qu'on découvre aisément à l'œil nu dans les roches salmiennes.

Le phyllade ottrélitifère de Monthermé se trouve au N.-E. de cette localité, à la montagne de l'Enveloppe. Sa couleur est foncée, tirant sur le bleu noirâtre; sa texture est moins feuilletée que celle du phyllade simple revinien auquel il est associé; ses feuillets sont plus irréguliers et la roche est plus dure. Les surfaces de cassure sont brillantes, grâce au nombre extrêmement grand de lamelles d'ottrélite mesurant au plus $0^{mm},25$. Elles sont presque juxtaposées et, en certains points, c'est à peine si l'on peut entrevoir la masse sériciteuse fondamentale. On voit dans la cassure transverse que

(1) Dumont, *Mém. sur les terr. ard. et rhén.*, pp. 17, 79 et 80.

ces paillettes ne sont pas seulement étalées sur le plan des feuillets, mais qu'un grand nombre d'entre elles sont enchâssées dans la roche d'une manière tout à fait irrégulière. L'aspect de ces phyllades rappelle celui des phyllades simples reviniens; ils ont, comme ceux-ci, quelque chose de graphitique dans la teinte et l'éclat. La roche à ottrélite de Bogny, qui se rapporte, pour Dumont, au terrain revinien et, pour M. Gosselet, à la bande de Bogny (1), est remarquable, comme je l'ai dit, à cause de la dimension des paillettes d'ottrélite. Les propriétés physiques de ce schiste diffèrent assez bien d'ailleurs des phyllades de Monthermé; la couleur est moins foncée, les feuillets moins plans, la division en lames larges et peu épaisse est difficile, à cause de la dimension et de l'orientation irrégulière des lamelles ottrélitiques provoquant des cassures en divers sens. En un mot, ces roches à ottrélite de Bogny se rapprochent beaucoup de celles du terrain salmien.

Ce schiste ottrélitifère de Monthermé offre au microscope une masse fondamentale micacée, avec plages généralement foncées, où abondent des microlithes extrêmement petits de rutile. Ces parties noires sont très difficiles à individualiser, même à l'aide des forts objectifs; elles rendent la texture de la roche obscure et comme voilée. Dans la pâte séricíteuse du phyllade, on distingue des sections d'ottrélite et des lamelles de fer titané, que je décrirai en détail, en traitant tout à l'heure du phyllade gris pâle des Forges de la Commune. A la surface des feuillets micacés, on observe un pointillé noirâtre ou des traînées de matière charbonneuse; la présence de cette substance paraît rattacher la roche en question au phyllade noir bleuâtre simple revinien, si répandu dans cette région.

L'élément vert chloriteux, très fréquent dans les phyllades devilliens, n'apparaît pas dans les roches ottrélitifères que nous analysons: la tourmaline s'y montre très rarement. Le quartz y a cristallisé en plages assez grandes autour des cristaux d'ottrélite et de fer titané; partout ailleurs, il est dissimulé dans la masse séricíteuse. Quelquefois les préparations microscopiques sont sillonnées de veinules incolores, plus ou moins parallèles au feuilletage; elles sont formées de lamelles séricíteuses irrégulièrement agrégées. Dans ces zones, le rutile est mieux cristallisé que dans la masse de la roche; on y découvre aussi des sections isotropes, à rapporter au grenat. Ce dernier minéral est quelquefois inclus dans l'ottrélite; comme minéral accessoire, citons l'apatite. Enfin, le microscope montre que ces phyllades sont généralement décomposés; des

(1) GOSSELET, *Esquisse géologique*, p. 16.

taches nombreuses de limonite sont répandues sporadiquement sur les feuillets micacés et contribuent, avec les matières pigmentaires noirâtres, à voiler la microstructure.

Le minéral caractéristique de ce schiste est l'ottrélite ; il est loin, cependant, de s'y montrer aussi bien développé que dans les roches salmiennes. Réservant, pour la description des phyllades d'Ottrez, des détails ultérieurs sur la micrographie de cette espèce, je me borne à signaler ici les observations que l'on peut faire sur les sections ottrélitiques des schistes de Monthermé. L'examen des lames taillées montre que ces paillettes sont orientées indifféremment par rapport à la schistosité ; on trouve des sections entaillées sur champ et d'autres suivant la large face des lamelles ; ces sections n'offrent entre elles aucun parallélisme. La forme habituelle, sous laquelle on découvre l'ottrélite au microscope, est celle de parallélogrammes très allongés, de teinte vert bleuâtre peu foncée. Ce même minéral montre, à Ottrez et à Serpont, une coloration verte beaucoup plus prononcée. Le pléochroïsme est assez sensible ; la teinte passe du bleu verdâtre au vert bleuâtre. Dans les paillettes taillées sur champ, on voit, à la lumière polarisée, se détacher des lamelles hémitropes intercalées parallèlement à la face p ; mais ces lamelles polysynthétiques sont ici moins nombreuses qu'à Ottrez ; souvent même, elles manquent et l'on n'en voit tout au plus que deux ou trois. La mesure de l'angle d'extinction est difficile à évaluer ; on constate toujours une extinction oblique ; l'angle maximum observé était de 33° environ. Les bords allongés des sections parallélogrammiques sont rarement terminés par des droites, les cristaux sont comme déchiquetés ; les deux extrémités ont des contours irréguliers, où l'on ne constate aucune valeur angulaire constante.

Outre le clivage principal bien connu, parallèle à la base du prisme, ces ottrélites possèdent ceux que nous avons indiqués et qui sont plus distincts que les clivages accessoires constatés, pour beaucoup de micas, perpendiculairement à leur base (1). Ces clivages de l'ottrélite, que nous avons appelés secondaires, sont au nombre de trois. C'est particulièrement dans les grandes ottrélites de Serpont qu'on peut bien les étudier, mais ils se montrent parfaitement aussi dans les préparations microscopiques des phyllades ottrélitifères des Forges de la Commune. On reconnaît, à la surface des lamelles taillées parallèlement à la grande face, des traces de

(1) A. Renard et Ch. de la Vallée, *Note sur l'ottrélite* (Ann. de la Soc. géol. de Belg., 1879, p. 56).

ces clivages secondaires, sous la forme de fissures brunes, très fines, s'entre-croisant et dessinant un réseau tantôt losangiforme, tantôt rectangulaire. Ces traces offrent d'ailleurs des irrégularités et même certaines sinuosités. On a constaté, sur plusieurs lamelles polies parallèlement à leur base, que deux de ces clivages secondaires, qui paraissent à peu près semblables, font entre eux un angle compris entre 129° et 133° (moyenne = 131°). Le troisième clivage est à peu près perpendiculaire à l'un des deux précédents; mais les irrégularités et les ondulations qu'il présente, dans les plaques minces, ne permettent pas d'affirmer le fait, à moins d'un écart possible de 3 ou 5 degrés. Pas plus ici que dans les roches de Serpont, les lamelles suivant la base ne nous ont offert des contours réguliers, qui permettraient de s'orienter sur les rapports de ces traces de clivage avec les faces externes.

Nous avons vu, en étudiant l'ottrélite de Serpont, que les trois clivages secondaires, dont il vient d'être question, sont obliques sur le plan du clivage principal suivant la base. Dans les préparations des phyllades de l'Ardenne française, comme dans celles d'Ottrez, les lamelles d'ottrélite sont presque toujours entaillées plus ou moins perpendiculairement à la base : les traces des clivages secondaires s'y montrent comme des lignes transversales, faiblement inclinées sur le bord longitudinal des sections, bord qui correspond à la projection des bases.

Sans nous arrêter ici aux raisons qui nous avaient engagé à assigner à l'ottrélite le système clinoédrique (1), bornons-nous à dire qu'en cherchant la position des axes d'élasticité optique relativement aux plans de clivages secondaires, nous avions trouvé que les directions d'extinction *maximum* coupaient dissymétriquement le réseau des clivages secondaires. Ces recherches nous avaient montré que l'extinction s'opère dans une direction voisine d'un des deux clivages de 131°, sans coïncider avec lui. Or, cette disposition n'est pas conciliable avec la symétrie du prisme clinorhombique.

Tous ces cristaux d'ottrélite sont criblés d'inclusions noirâtres, qui déterminent une certaine opacité pour le centre des sections; quelquefois, leurs bords seuls restent transparents. Ces granules enclavés sont probablement des matières charbonneuses, comme celles répandues dans la masse fondamentale de la roche, ou des paillettes microscopiques de fer titané. Il n'est pas rare de voir de grandes lamelles d'ilménite s'accoler à celles d'ottrélite, ou se grouper près des sections de ce minéral. Souvent aussi, les sections

(1) A. Renard et Ch. de la Vallée, *loc. cit.*, pp. 58, 59.

dont il s'agit sont brisées, comme dans les phyllades ottrélitifères salmiens; les fragments sont ressoudés par du quartz de seconde formation. Une auréole incolore de calcédoine, unie à des lamelles de mica étirées dans le sens des sections prismatiques, environne fréquemment les sections ottrélitiques.

L'analyse du phyllade ottrélitifère de Monthermé, dont on vient de lire la description, a donné à M. Klement (1) :

SiO_2	51.93
TiO_2	0.92
Al_2O_3	27.45
Fe_2O_3	2.01
FeO	8.10
MnO	0.57
CaO	0.18
MgO	1.20
K_2O	1.60
Na_2O	0.79
H_2O	3.92
C	1.05
	99.72

En calculant ces valeurs d'après les données de l'examen microscopique, on obtient :

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O	C
Séricite	10.72	—	9.17	—	—	—	—	—	1.60	0.79	1.07	—
Ottrélite	18.06	—	15.47	—	8.10	0.57	—	1.20	—	—	2.71	—
Quartz	23.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rutile	—	0.92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Matières charbonneuses.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.05
Reste	—	—	2.81	2.01	—	—	0.18	—	—	—	0.14	—
Somme	51.93	0.92	27.45	2.01	8.10	0.57	0.18	1.20	1.60	0.79	3.92	1.05

(1) RENARD, *Recherches sur la composition et la structure des phyllades ardennais* (BULL. MUS. ROY. D'HIST. NAT. DE BELGIQUE, t. I, 1882, n° 3, p. 236).

La composition minéralogique centésimale de cette roche pourrait donc s'exprimer ainsi :

Séricite	23.35
Ottrélite	46.11
Quartz	23.15
Rutile	0.92
Matières charbonneuses	1.05
Reste	5.14
	99.72

Pour le calcul de cette analyse, on a rapporté tout le protoxyde de fer et toute la magnésie à l'ottrélite, d'après la formule $Si_2Al_2RH_2O_9$ (1). Une partie de l'acide titanique peut se trouver combinée au fer dans l'ilménite. La petite quantité de chaux indiquée comme *reste* est probablement sous la forme de phosphate. Quant à l'excès peroxyde de fer et d'eau, on pourrait en voir l'explication dans la présence de la limonite.

VI. — *Phyllade à ilménite des Forges de la Commune.*

La roche décrite sous le nom de *phyllade à ilménite* se trouve enchâssée régulièrement dans les schistes reviniens de la petite vallée près des Forges de la Commune, on l'y observe en couches peu épaisses. Elle se retrouve encore en différents points de la région revinienne aux environs de Laifour; mais nulle part ses caractères ne sont mieux marqués que dans les échantillons provenant du ravin de la Pilette. Ce phyllade est gris bleuâtre, à texture assez grossière, il est moins feuilleté que les schistes noirs auxquels il est associé; en général les feuillets sont épais, peu luisants et à peine susceptibles d'une division régulière. Lorsque la division feuilletée est prononcée, les feuillets ne sont pas aussi droits que dans les ardoises simples. Cette roche rappelle pour l'aspect certains schistes ottrélitifères; elle est caractérisée, en effet, par la présence de paillettes noires miroitantes, sans contours réguliers, d'une extrême minceur. Ces lamelles prêtent au phyllade un aspect qui tranche sur celui des roches normales de la région revinienne; elles sont répandues à la surface des feuillets, enchâssées dans la

(1) A. Renard, *Les roches grenatifères et amphiboliques de la région de Bastogne* (Bull. Mus. roy. d'hist. nat. de Belg., 1882, t. I, n° 1, p. 46).

matière sériciteuse fondamentale. Dans les cassures fraîches, elles apparaissent brillantes avec éclat métallique prononcé; elles se trouvent réparties dans toute la roche; mais c'est dans le plan des feuillets qu'on en observe le plus grand nombre. On verra par la description micrographique qui suit et les résultats de l'analyse, quelle est la nature minéralogique de ces paillettes.

Cette roche offre la structure et les caractères micrographiques des phyllades ardennais déjà décrits. On voit dans les lames minces une masse sériciteuse fondamentale, presque incolore, dans laquelle sont enchâssés de nombreux microlithes relativement bien développés de rutile, simples, maclés ou en groupes sagenitiformes. On observe, en outre, de petites sections de tourmaline, d'apatite, de grenat et de biotite; l'élément vert, si fréquent dans les autres phyllades, est ici peu ou point représenté.

Il y est remplacé, peut-on dire, par les lamelles métalliques que l'on observe à l'œil nu sur les feuillets et que le microscope nous montre comme l'élément le plus caractéristique du phyllade que nous décrivons. J'ai dit ailleurs combien ces lamelles sont fréquentes dans les roches schisteuses des terrains ardennais et rhénan et j'ai fait connaître en même temps les recherches préliminaires pour établir leur nature minéralogique (1). Résumons ce que l'on sait sur ces paillettes titanifères. Dans un travail publié il y a quelques années nous avons attiré l'attention sur la présence dans les phyllades ardennais, d'un minéral en paillettes noires brillantes affectant la forme et la disposition de l'ottrélite (2). Dumont, frappé des caractères extérieurs et de l'association de ces lamelles noires brillantes avec l'ottrélite, doit les avoir confondues avec cette espèce. Nous n'aurions pas hésité, tant les deux minéraux présentent d'analogies d'aspect, à admettre son interprétation, si nous n'avions constaté, par l'étude au microscope, des différences saillantes que l'examen à l'œil nu ou à la loupe ne pouvait accuser. Plusieurs géologues, parmi lesquels je citerai mon savant ami M. Ch. Barrois, reconnurent aussi, dans des roches schisteuses étrangères, les paillettes, avec les caractères que nous leur avions assignés. Cepen-

(1) A. Renard et Ch. de la Vallée Poussin, *Note sur l'ottrélite* (Ann. de la Soc. géol. de Belg., t. VI, Mém., p. 64, fig. 4); A. Renard, *Les roches grenatifères et amphiboliques de la région de Bastogne* (Bull. Mus. roy. d'hist. nat. de Belg., t. I, 1er fasc., 1882); Idem, *Sur les interpositions microscopiques de sagenite dans l'oligiste titanifère des phyllades* (Bull. Ac. roy. de Belg., 3e série, t. VIII, no 12, 1884).

(2) A. Renard et Ch. de la Vallée Poussin, *loc. cit.*

dant, la spécification de cet élément essentiel de nos roches avait échappé à une détermination rigoureuse. C'est en étudiant le schiste que je décris en ce moment que je fus amené à pousser l'étude de ce minéral, particulièrement bien développé dans cette roche. Depuis les publications auxquelles je faisais allusion tout à l'heure, de nombreuses recherches ont élucidé certaines questions connexes de celles que je vais traiter; de nouvelles préparations microscopiques, montrant des détails qui m'étaient inconnus autrefois, enfin l'analyse chimique de ces lamelles, qu'on est parvenu à isoler de la masse, permettent de se prononcer avec certitude. Ces paillettes se retrouvent dans un grand nombre des roches que nous aurons à décrire; j'expose ici une fois pour toutes, en décrivant le phyllade qui en a fourni des échantillons les plus nets, les détails micrographiques sur le minéral en question. Elles sont représentées sous leurs divers aspects sur la planche XIII, figures 1 et 2.

Ces lamelles sont extrêmement minces, noires, d'un éclat métallique miroitant, leur forme est habituellement circulaire; elles rappellent, en un mot, les ottrélites-types de la région d'Ottrez et de Serpont. Quoique présentant jusqu'à un certain point l'aspect de l'ottrélite, elles s'en distinguent néanmoins par des dimensions plus petites, par un aspect plus foncé, par une dureté plus faible. Mais les différences sont mieux marquées encore quand on étudie le minéral au microscope. Aux faibles grossissements, elles apparaissent opaques, avec éclat brillant. Les sections les plus fréquentes dans les lames minces sont celles perpendiculaires aux lamelles; elles se montrent comme un trait noir d'une longueur d'environ 1 millimètre sur une épaisseur de $0^{mm},1$. Jamais, peut-on dire, elles ne se présentent comme des parallélogrammes réguliers; elles sont plus ou moins fusiformes : vers le milieu du bâtonnet s'observe un léger bombement qui va s'atténuant vers les deux bouts. On peut déduire de cette forme que quelques-unes des lamelles en question sont discoïdes. Il arrive plus rarement de voir, dans les lames minces, des sections taillées parallèlement à la grande face des paillettes. Ce qui se comprend, du reste, quand on tient compte de leur extrême minceur : la taille menée parallèlement à cette face doit presque inévitablement les faire disparaître toutes. Dans les cas où le polissage a respecté une lamelle sectionnée suivant la large face, on ne constate jamais de contours réguliers : les bords généralement déchiquetés ne laissent entrevoir aucune disposition rappelant des faces cristallines; presque toujours ces paillettes sont revêtues d'un enduit micacé qui les entoure comme d'une zone inco-

lore. On dirait que la paillette, en cristallisant, a donné lieu à un retrait (voir pl. XIII, fig. 1).

Les caractères qui viennent d'être énumérés et que nous constations dès nos premières recherches, étaient insuffisants pour établir une détermination de l'espèce ; mais ils permettaient au moins d'affirmer que ces sections ne se rapportaient pas à l'ottrélite. Leur forme, leur teinte, leur opacité justifiaient cette manière de voir. Les points de comparaison entre ces deux minéraux sont d'ailleurs très faciles à établir ; car on peut constater dans les mêmes préparations microscopiques, des lamelles opaques associées à d'autres, qui montrent bien nettement les caractères de l'ottrélite. La figure 1, planche XIII, montre réunies dans une même préparation, les lamelles en question et des sections d'ottrélite. On peut voir d'un coup d'œil les différences saillantes que ces deux minéraux montrent au microscope.

En décrivant les roches grenatifères et amphiboliques des environs de Bastogne, j'ai signalé la présence des mêmes lamelles dans ces roches taunusiennes. Comme j'y avais trouvé une teneur assez élevée en carbone (4.80 °/₀), j'ai été amené à les rapporter au graphite (1). Si l'on tient compte des caractères micrographiques du graphite, de la forme des sections, de la teneur en carbone, attestée par l'analyse, et de la nature métamorphique de la roche où j'observais ces paillettes, le rapprochement entre ces lamelles brillantes microscopiques et le graphite paraissait justifié. Tout ce que l'on peut dire de plus certain sur le graphite, lorsqu'on l'observe au microscope, c'est qu'il est en sections opaques et difficile à caractériser (2).

On pouvait toujours se demander si le minéral dont il s'agit ne devait pas être rapproché d'un des métalloxydes, le fer magnétique, l'oligiste ou le fer titané, qui sont quelquefois représentés dans les roches anciennes et qui ont, au microscope, beaucoup de particularités analogues à celles des sections de graphite. Toutefois ce qui ne permettait pas d'y voir du fer magnétique, c'étaient les contours des sections : la magnétite appartient au système régulier dont les cristaux simples ne se présentent pas sous la forme tabulaire. Or, c'est toujours, peut-on dire, la disposition qu'affecte notre minéral lamelliforme. Ajoutons aussi que les paillettes en question ne sont

(1) A. Renard, *Les roches grenatifères et amphiboliques de la région de Bastogne.*

(2) Rosenbusch, *Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien*, p. 211.

pas magnétiques. Il restait donc à décider entre le graphite, l'oligiste et l'ilménite. Ces trois espèces ont la même forme cristallographique; leurs sections ont un éclat qui se laisse difficilement distinguer au microscope à la lumière réfléchie : ils sont tous les trois opaques (1). C'est pour avoir négligé de tenir compte des faits relatifs à la transparence, qui restait voilée sous les objectifs trop faibles employés dans mes premières recherches, et pour n'avoir pas recouru à des réactions micro-chimiques que j'ai été amené à confondre le graphite avec ces espèces.

Les préparations microscopiques de ce phyllade ont permis de constater certaines particularités qui ont conduit à la solution du problème. Étudiées sous de forts objectifs, les paillettes noires de cette roche, taillées parallèlement à la large face, sont souvent sillonnées par un réseau de stries se croisant sous des angles d'environ 60°. Ces traits, que l'on prendrait à première vue pour des traces de clivage, se détachent nettement de la section opaque. En examinant avec plus d'attention on se convainc bientôt que ce ne sont pas des solutions de continuité ni des traces de clivage, mais des interpositions de prismes extrêmement déliés se croisant sous des angles constants. Ces faits doivent être rapprochés de ceux découverts par G. Rose (2). Cet illustre cristallographe, dans un

(1) Il est vrai que bien souvent l'oligiste se présente dans les roches sous la forme de paillettes rougeâtres, transparentes, avec teinte brunâtre tirant sur le rouge cochenille ; mais, ces lamelles, imparfaitement agrégées, peuvent être considérées comme une forme de passage entre les variétés amorphes et cristallines. Le même minéral cristallisé comme fer spéculaire, se rapprochant, par conséquent, des écailles noires foncées de certains phyllades, est loin d'offrir la même transparence, sauf le cas où il est profondément entamé par le polissage. D'après tous les auteurs, le fer titané est considéré comme étant toujours opaque dans les lames minces. Nous verrons plus loin que cette assertion est trop générale.

(2) G. Rose, *Ueber die regelmässige Verwachsung der verschiedenen Glimmerarten untereinander sowie mit Pennin und Eisenglanz* (Monatsberichte der kön. Ak. zu Berlin, 1869). Si l'on compare ce que dit ce savant, aux observations que nous avons faites sur l'inclusion du rutile dans l'ilménite, on trouve des analogies si frappantes, qu'il ne paraît pas sans intérêt de transcrire le passage en question : « Dans ces lamelles de fer oligiste (enclavées dans le mica), on peut voir à la loupe, » et mieux encore au microscope, des cristaux aciculaires de couleur rougeâtre peu » foncée ; ils sont souvent isolés, et orientés suivant trois directions parallèles aux » côtés de l'hexagone d'oligiste brunâtre. Ces prismes, inclus dans ce dernier minéral, » ont eux-mêmes la forme hexagonale, mais ils sont allongés de manière à laisser » plutôt l'impression d'un trait, aux extrémités duquel on constate deux faces. » Souvent deux de ces cristaux sont groupés sous un angle de 60°. On les distingue » parfaitement dans les parties de l'oligiste dont la teinte est foncée ; dans ce cas,

travail où il étudie la compénétration régulière de divers micas, a signalé pour certaines muscovites des États-Unis, l'inclusion de lamelles de fer oligiste, qui, à leur tour, renferment des intercalations lamellaires disposées parallèlement aux côtés du cristal englobant. Il considère ces lamelles incluses comme se rapprochant du mica. Frappé de l'analogie que montraient les figures qui accompagnent le mémoire de Rose et de l'aspect microscopique des paillettes noires du phyllade revinien, je fus porté à envisager celui-ci comme des lamelles d'oligiste titanifère ou de fer titané.

Les recherches faites en vue d'établir cette assimilation vinrent montrer qu'elle était fondée. Traitées sous le microscope par l'acide chlorhydrique, ces paillettes se dissolvent. Cette réaction montrait donc qu'elles n'étaient pas du graphite; mais cet essai ne prouvait point encore qu'elles ne se rapportaient pas à la magnétite: toutefois, comme je l'ai déjà dit, l'absence de toute trace de magnétisme et la forme lamellaire semblaient devoir écarter cette hypothèse. Une autre particularité vint montrer qu'il fallait définitivement l'abandonner. En étudiant les plages noires à l'aide de forts objectifs, je pus constater une légère transparence sur les bords; dans certains cas même, lorsque la lamelle était entaillée parallèlement à la large face, la section toute entière était translucide dans les tons bruns. Les sections fusiformes, seules, restent opaques, sauf à leur périphérie et surtout vers les deux bouts. Ce qui se comprend, du reste, quand on tient compte de l'épaisseur que conservent, dans la lame mince, les plages sectionnées normalement à la face large des lamelles.

Cette observation, répétée sur un grand nombre de sections, éliminait d'une manière péremptoire la magnétite, dont on n'a jamais constaté la transparence, quelles que fussent d'ailleurs la ténuité et la minceur des sections microscopiques. Ajoutons qu'il

» ils se détachent très nettement. A cause du grand contraste des couleurs, ils font » l'effet d'entailles dans le fer spéculaire. » Rose est porté à considérer ces cristaux inclus comme des lamelles micacées analogues à celles interposées dans le mica de South-Burgess et de West-Chester; il aujoute que ces inclusions sont encore plus difficilement solubles dans l'acide chlorhydrique que le fer oligiste qu'elles pénètrent, et qu'elles résistent même après que ce minéral est entièrement dissous par l'acide. Ne paraîtrait-il pas, à lire cette description, que les inclusions rapportées au mica pourraient bien être des cristaux microscopiques de rutile, comme ceux décrits dans cette notice? Ce qui me porterait à le penser, c'est leur couleur, leurs groupements, tels qu'ils sont figurés par Rose (*loc. cit.*, fig. 13), leur résistance à l'action des acides, enfin leur forme prismatique, qui se concilie mieux peut-être avec ce minéral qu'avec celle affectée par les micas.

est facile de constater aussi la translucidité, en broyant en poudre impalpable les paillettes noires extraites de la roche. Cette poussière, étudiée au microscope, est transparente dans les mêmes tons brunâtres que les parties les plus minces des sections profondément entamées par le polissage.

Des essais par la voie humide et par la voie sèche sur les lamelles noires isolées donnèrent la réaction du fer; ils attestaient en même temps la présence du titane.

La réaction du titane et la transparence des paillettes conduisaient à les considérer comme de l'oligiste. On pouvait se demander, tenant compte de l'*intercristallisation* du rutile dans ces lamelles translucides, si l'on n'avait pas en petit dans les phyllades ce que les beaux cristaux de Cavradi montrent à l'œil nu ou à la loupe. On y était naturellement conduit par le fait que les roches renfermant les paillettes en question sont exceptionnellement riches en microlithes simples maclés et groupés de rutile. Étant données les transitions qui unissent le fer oligiste et le fer titané, il était difficile de se prononcer d'une manière définitive sur la détermination du minéral : j'ai donc admis provisoirement la dénomination d'oligiste titanifère (1); l'analyse dont les résultats sont consignés plus loin, est venu montrer qu'il fallait le rattacher à l'une des nombreuses variétés de fer titané.

Mais avant de discuter les valeurs fournies par l'analyse chimique, décrivons les interpositions titanifères des paillettes. Il est inutile de s'arrêter à redire ce que l'on sait sur les groupements microscopiques de sagenite; depuis que j'ai attiré l'attention sur leur existence dans les roches phylladeuses et que je les ai figurés (2), ils ont été l'objet de longues discussions qui ont enfin établi leur nature. On peut dire qu'il est peu de microlithes dont l'espèce minéralogique soit mieux établie que pour ceux dont il s'agit. Outre les petits prismes bien connus du rutile et si communs dans les ardoises, le phyllade revinien que nous analysons montre fréquemment, au microscope, des agrégats capillaires, formés par un nombre plus ou moins considérable de prismes de rutile, accolés et maclés suivant la loi ordinaire : plan de macle P∞, se croisant alors, d'après Kengott, sous un angle de 65°35′. Dans

(1) A. Renard, *Sur les interpositions de sagenite*, etc. (Bull. Ac. roy. de Belg., 3e série, t. VIII, no 12, 1884).

(2) A. Renard, *Mém. sur le coticule* (Mém. Ac. Belg., voir p. 31 fig. dans le texte et pl. I, fig. 4 et 5).

d'autres cas, on en observe qui sont cristallisés suivant la macle en cœur (1), plan de macle 3 P∞ avec l'angle de 54°. Mais ces derniers sont moins fréquents et les particularités que nous avons à décrire se rapportent souvent aux groupes de cristaux maclés suivant P∞. La moyenne des mesures, pour évaluer cet angle à l'aide de la platine tournante du microscope, m'a donné 62° à 63°. Ces petits cristaux sont de teinte jaunâtre; celle-ci est peu prononcée pour les microlithes isolés; mais elle se traduit lorsqu'ils se présentent, comme la sagenite, en groupes avec entre-croisement régulier; la polarisation chromatique donne des tons vifs, rouge et vert sans dicroscopisme sensible avec extinction en long. Ces cristaux groupés sont extrêmement fréquents; on les prendrait à première vue pour des plages striées longitudinalement, mais les individus qui viennent s'entre-croiser régulièrement présentent la disposition de la sagenite. Très souvent ils sont accolés à des grains noirs opaques (2). Quelquefois ces granules opaques forment le centre du réseau de prismes de rutile, ou bien ils sont intercalés entre ses mailles. Quelquefois aussi on entrevoit que ces microlithes sont irrégulièrement entourés de plages, opaques aux faibles grossissements, mais qui se montrent transparentes sous les forts objectifs. On observe ainsi toutes les transitions jusqu'aux grandes sections représentées sur la planche XII, figure 2, et que nous allons décrire.

La lame mince représentée par cette figure est d'un phyllade revinien des Forges de la Commune. Les grandes paillettes, dessinées au centre, sont taillées perpendiculairement à la grande face : comme c'est presque toujours le cas, les contours de la plage ne rappellent pas de forme cristalline; les lamelles sont légèrement transparentes dans les tons bruns. Sur ce fond de teinte foncée on voit se détacher des lignes presque incolores; on dirait des découpures dans la section, elles se croisent sous des angles de 62° en moyenne. En étudiant ces interpositions à l'aide de l'appareil de

(1) Voir l'intéressant travail de VANDER WERVEKE, *Min. petr. Mitth.* (NEUES JAHRB., 1880, 2, p. 281).

(2) Vander Werveke [*Min. petr. Mitth.* (NEUES JAHRB., 1880, 2, p. 282)] a observé ces grains noirs accolés au rutile dans les schistes ottrélitifères d'Ottrez; il les détermine comme se rapportant à la magnétite. Sauer (*Neues Jahrb. für Min.*, 1879, p. 252) a montré que souvent aussi ces prismes sont accolés au fer oligiste titanifère. Cathrein [*Ueber die mikroskopische Verwachsung von Magneteisen mit Titanit und Rutil* (ZEITSCH. FÜR KRYSTALL., vol. VIII, fasc. 4, p. 326)] fait connaître les inclusions microscopiques de rutile dans le fer magnétique.

polarisation, on constate non seulement qu'elles se rapprochent, pour les valeurs angulaires, des groupements de rutile isolé dans la roche, mais que ces petits prismes inclus ont la même teinte faiblement jaunâtre, les mêmes tons de polarisation vert et rouge vif et l'extinction en long.

Souvent les microlithes de rutile sont entièrement enveloppés dans la paillette; dans d'autres cas, on les voit se prolonger en dehors des limites de la plage foncée; il est très facile d'y retrouver alors d'une manière incontestable tous les caractères du rutile. Comme les contours des sections lamelliformes ne sont pas indiqués, il est impossible de juger les relations qui pourraient exister entre les axes du cristal englobant et les prismes de rutile qu'il renferme. Ce sont surtout les sections parallèles aux lamelles qui montrent bien ces interpositions. Souvent, comme dans les plages dont il est question, on voit nettement l'entre-croisement régulier des microlithes de rutile; dans d'autres cas on ne distingue qu'une série de prismes parallèles. Pour les sections plus ou moins fusiformes, perpendiculaires aux paillettes, on observe quelquefois comme des traits incolores, qui les traversent suivant l'épaisseur. Examinés à la lumière polarisée, ces microlithes de rutile sont identiques à ceux qui se montrent réticulés sur la grande face des paillettes. On constate par ces entailles qu'il ne s'agit pas seulement d'une superposition sur les faces, mais d'une intercristallisation.

La détermination chimique de ces paillettes a été faite par M. Klement. Voici les résultats de son analyse et la méthode qu'il a suivie.

Quelques centaines de grammes de la roche ont été broyés grossièrement, tamisés, lavés et décantés à plusieurs reprises. La poudre ainsi obtenue fut traitée dans un entonnoir à séparation par une solution concentrée de boro-tungstate de cadmium; cette opération fut répétée plusieurs fois pour le minéral titanifère qui s'était amassé au fond du vase. Toutefois il ne fut pas possible d'éliminer parfaitement le mica, dont quelques petits fragments restèrent accolés à des paillettes du minéral noir.

Ces lamelles titanifères sont fusibles au chalumeau en verre foncé; elles donnent, avec le sel de phosphore, les réactions du fer et de l'acide titanique, et avec le carbonate de soude, celle du manganèse; elles sont attaquées, quoique difficilement, à chaud par l'acide sulfurique et chlorhydrique concentrés.

La substance fut attaquée par le bisulfate de potasse, la fonte

traitée par l'eau froide, et la silice, qui restait insoluble, séparée par filtration. Le fer, l'alumine, l'acide titanique et une partie du manganèse furent précipités par l'ammoniaque, ensuite ils furent filtrés et redissous dans l'acide chlorhydrique. A cette solution on ajouta de l'acide tartrique, de l'ammoniaque et du sulfure d'ammonium. Après filtration, le liquide fut évaporé à siccité, le résidu fortement chauffé et attaqué de nouveau par le bisulfate de potasse; on précipita l'acide titanique en chauffant assez longtemps à l'ébullition la solution par l'eau froide. Les sulfures de fer et de manganèse furent dissous dans l'acide chlorhydrique; de cette solution on précipita le fer par le succinate de soude et du liquide filtré ajouté à celui dont on avait précipité par l'ammoniaque le fer, l'alumine, etc., le manganèse par le sulfure d'ammonium.

I. 0,4108 gr. de substance séchée à 110° C., attaquée par le bisulfate de potasse, donna 0,2145 gr. d'acide titanique, 0,1384 gr. de peroxyde de fer et 0,0601 gr. d'oxyde salin de manganèse.

II. 0,7736 gr. de substance séchée à 110° C., attaquée par le bisulfate de potasse, donna 0,0142 gr. d'alumine et 0,0033 gr. de chaux.

III. 0,9520 gr. de substance séchée à 110° C. fut traitée en tube scellé par l'acide sulfurique et fluorhydrique. On employa pour l'oxydation 45,2 c. c. de permanganate de potasse (1 c. c. = 0,00572 gr. FeO).

IV. 0,5640 gr. de substance séchée à 110° C., attaquée par l'acide fluorhydrique et sulfurique, donna 0,0042 gr. de chlorures de potassium et de sodium et 0,0067 gr. de chloroplatinate de potassium.

SiO_2	2.14
TiO_2	52.21
Al_2O_3	1.83
Fe_2O_3	3.52
FeO	27.16
MnO	13.60
CaO	0.43
K_2O	0.23
Na_2O	0.19
	101.31

En admettant la théorie de Mosander et en supposant que tout le manganèse se trouve dans ce minéral à l'état de protoxyde, isomorphe ou protoxyde de fer, on peut calculer d'après ces chiffres comme suit la composition de la matière analysée :

$FeO.TiO_2$	(Fer titané)	57.34	89.78
$MnO.TiO_2$		28.92	
Fe_2O_3		3.52	
TiO_2	(Rutile)		6.71
SiO_2, Al_2O_3, etc.	(Silicates)		4.82
			101.31

On voit que, outre le rutile et les silicates, cette matière consiste essentiellement en un minéral de la formule $RO.TiO_2$ [R = Fe, Mn, Fe : Mn = 2 : 1], en mélange isomorphe avec une petite quantité de Fe_2O_3.

Ce minéral a la composition centésimale suivante, calculée d'après les chiffres précédents :

TiO_2	50.68
FeO	30.25
MnO	15.15
Fe_2O_3	3.92
	100.00

Un minéral que certaines préparations nous montrent répandu par toute la masse, tandis que dans d'autres on ne l'observe que localisé dans des filonnets, est le grenat; nous le rapportons à la variété spessartine, à cause de ses caractères identiques à ceux de la spessartine du coticule. J'ai fait connaître d'une manière détaillée les caractères micrographiques de ces grenats infiniment petits, en décrivant des roches salmiennes (1), il suffit de les rappeler ici en quelques mots. Ces grenats apparaissent ordinairement sous la forme globulaire, leur dimension moyenne est d'environ $0^{mm},02$, ceux répandus dans la masse sont généralement un peu plus grands, rarement on distingue des contours cristallographiques. Comme ils sont souvent enclavés dans la matière micacée, il est difficile de juger de leurs propriétés optiques; mais en observant ceux d'une grande dimension qui percent des deux côtés au travers des membranes phylladeuses, ou bien ceux qui gisent sur les bords de la préparation, on constate qu'ils sont parfaitement isotropes. Ces grenats apparaissent complètement incolores, bordés d'une zone noirâtre assez foncée diminuant d'intensité vers le centre du cristal, dont la partie claire brille d'un vif éclat. L'identité parfaite de tous ces caractères avec ceux que présentent les grenats du coticule, dont la nature est bien incontestablement établie, permet d'assimiler à la même espèce les sections isotropes et les globules

(1) Voir ZIRKEL, *Der Phyllit von Recht in Hohenvenn* (VERH. D. NATUR. DER PREUSS. RHEINL. UND WESTPH., XXXI, I); DE KONINCK et DAVREUX, *Sur une roche grenatifère et quelques roches cuprifères de Salm-Château* (BULL. AC. ROYALE DE BELG., t. XXXIII, p. 327, 1872); A. RENARD, *Mém. sur le coticule* (MÉM. DE L'AC. ROY. DE BELGIQUE, t. XLI, 1877, pp. 22-26); IDEM, *Les roches grenatifères et amphiboliques de la région de Bastogne* (BULL. MUS. ROY. D'HIST. NAT., t. I, p. 1).

microscopiques dont on observe la présence dans ce schiste revinien. La figure 2, planche XIII, montre l'aspect de ces sections de spessartine : on les voit réparties presque uniformément dans toute la masse sériciteuse sous la forme de granules légèrement teintés en gris, en certains points, vers le centre et au bas de la figure, ils sont groupés dans les parties moins formées de la préparation. Ils apparaissent plus nombreux et plus petits dans ces filonnets sous la forme de globules incolores et brillants.

L'analyse de ce phyllade a donné à M. Klement (1) :

SiO_2	45.60
TiO_2	0.90
Al_2O_3	31.95
Fe_2O_3	2.36
FeO	4.18
MnO	0.83
CaO	0.39
MgO	1.80
K_2O	4.82
Na_2O	1.25
H_2O	4.94
S	0.10
	99.12

En calculant ces valeurs d'après la composition minéralogique de la roche, on obtient :

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O
Séricite	25.72	—	22.00	—	—	—	—	—	4.82	1.25	2.57
Chlorite	3.17	—	1.81	—	3.10	—	—	1.80	—	—	1.27
Quartz.	15.19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Grenat.	1.52	—	0.87	—	0.61	0.60	0.47	—	—	—	—
Ilménite	—	0.90	—	0.07	0.47	0.23	—	—	—	—	—
Reste	—	—	7.27	2.29	—	—	-0.08	—	—	—	1.10
Somme	45.60	0.90	31.95	2.36	4.18	0.83	0.39	1.80	4.82	1.25	4.94

(1) A. Renard, *loc. cit.*, p. 24.

La composition centésimale minéralogique de cette roche peut donc s'exprimer de la manière suivante :

Séricite	56.36
Chlorite	11.15
Quartz	15.19
Grenat	4.07
Ilménite	1.67
Reste	10.68
	99.12

La présence simultanée du rutile et de l'ilménite n'a pas permis de calculer les valeurs se rapportant avec certitude à ces minéraux; nous les avons groupées cependant sous la rubrique *ilménite.*

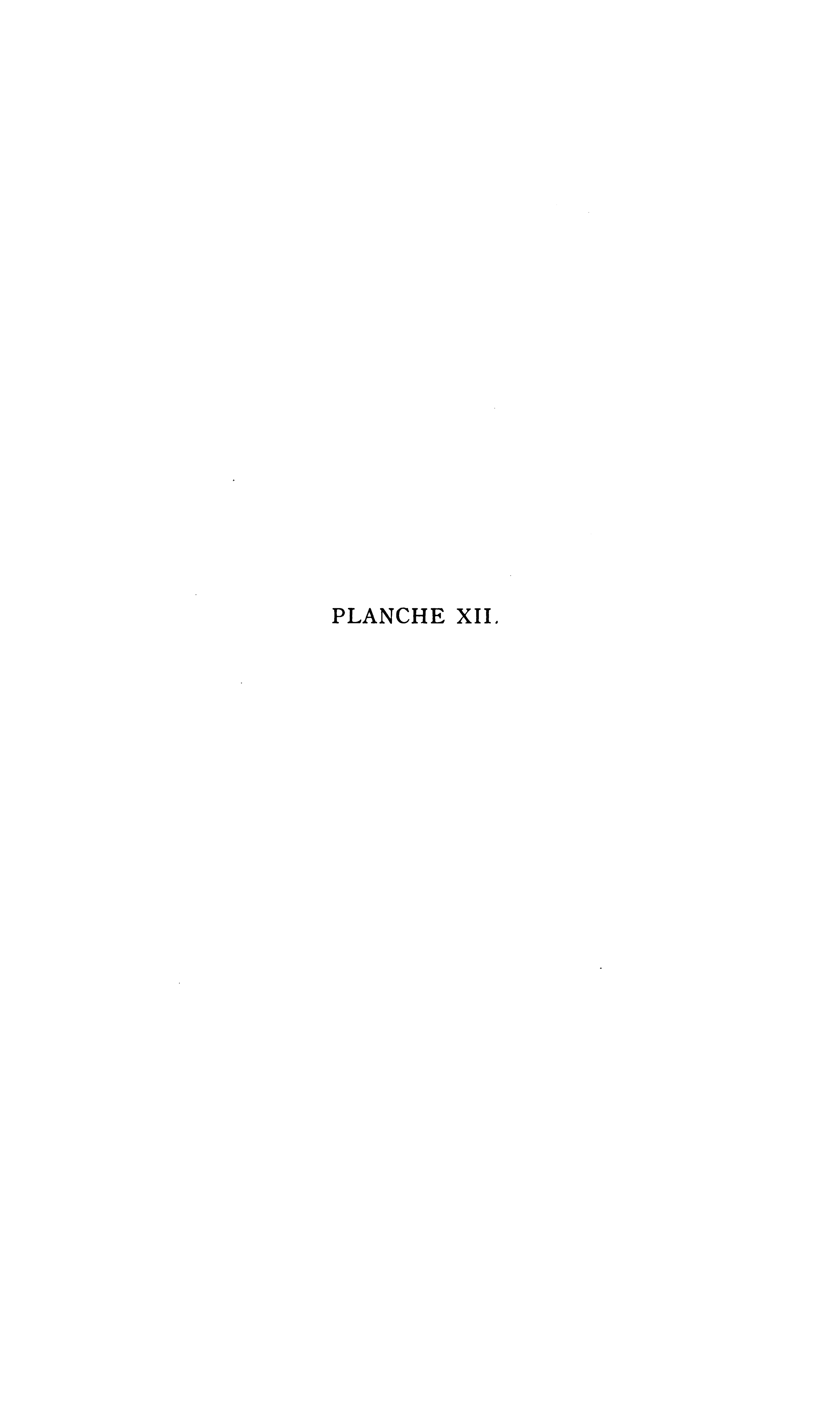
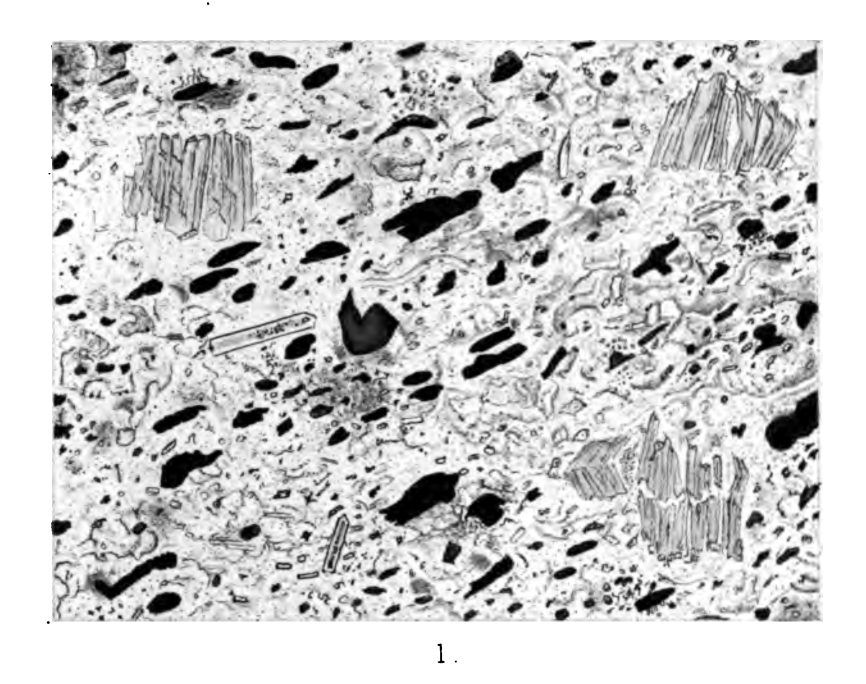


PLANCHE XII.

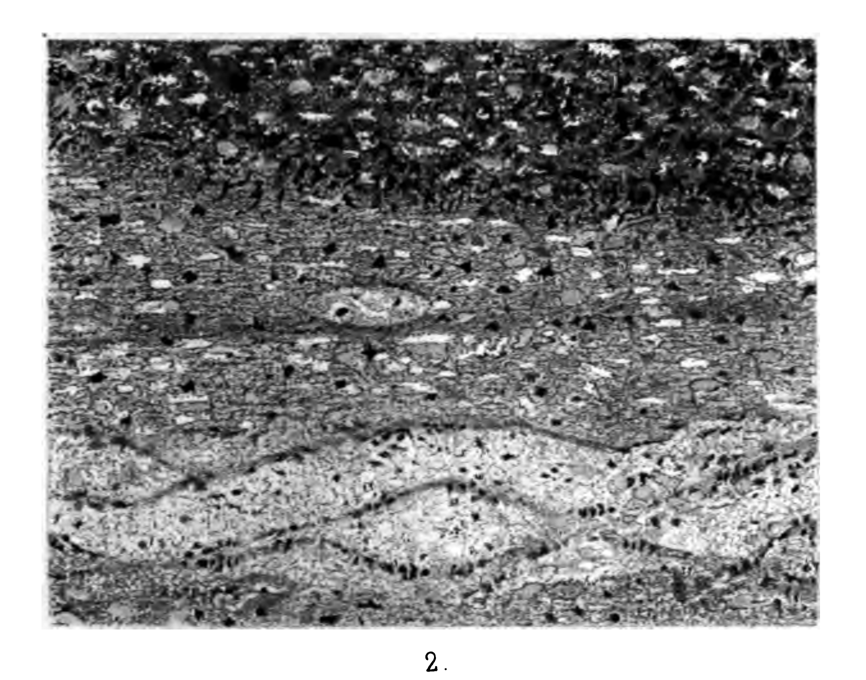
EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

FIG. 1. — *Phyllade simple violet de Fumay.* — Section parallèle au feuilletage. La masse fondamentale est formée de lamelles presque incolores de séricite, elles sont enchevêtrées et disposées à plat, leurs contours vagues et indécis sont indiqués par une légère teinte grisâtre (voir p. 233). Sur les feuillets micacés de séricite sont étalés, sans affecter une position rigoureusement parallèle, des microlithes de tourmaline dont deux sections sont figurées, des lamelles de fer oligiste opaques ou transparentes dans les tons rouge brique. Au centre de la figure quelques-unes de ces sections d'oligiste sont représentées avec la forme et la teinte qu'elles montrent ordinairement dans ce phyllade (voir p. 234). Les trois grandes plages lamellaires verdâtres sont de la chlorite. Elles affectent une disposition irrégulière; elles sont comme froissées et infléchies (voir p. 235). Dans la masse fondamentale on observe encore des prismes très petits de rutile, indiqués par deux traits extrêmement déliés. Lumière ordinaire : $^{250}/_{1}$.

FIG. 2. — *Phyllade simple de Fumay.* — Cette figure est consacrée à représenter l'aspect d'une zone verte du phyllade, accolée à la partie violette de la même roche. La lame mince a été taillée normalement à la schistosité. Les paillettes d'oligiste apparaissent comme des plages opaques ou légèrement rougeâtres, à cause du faible grossissement employé pour permettre d'embrasser, dans la figure, la bande violette et la bande jaune qui lui est adjacente; on voit que la transition de la zone violette se fait par l'élimination plus ou moins graduelle de l'élément oligistifère. La bande ondulée plus claire au bas de la figure est limitée par des grains d'oligiste alignés. Les plages vertes à contours vagues sont de la chlorite noyée dans la masse sériciteuse (voir pp. 237, 238). Le petit nœud elliptique vers le centre de la figure représente l'aspect des plages spathiques dont il a été question page 236. Lumière ordinaire : $^{60}/_{1}$.



1.



2.

Lith. G. Severeyns, Bruxelles

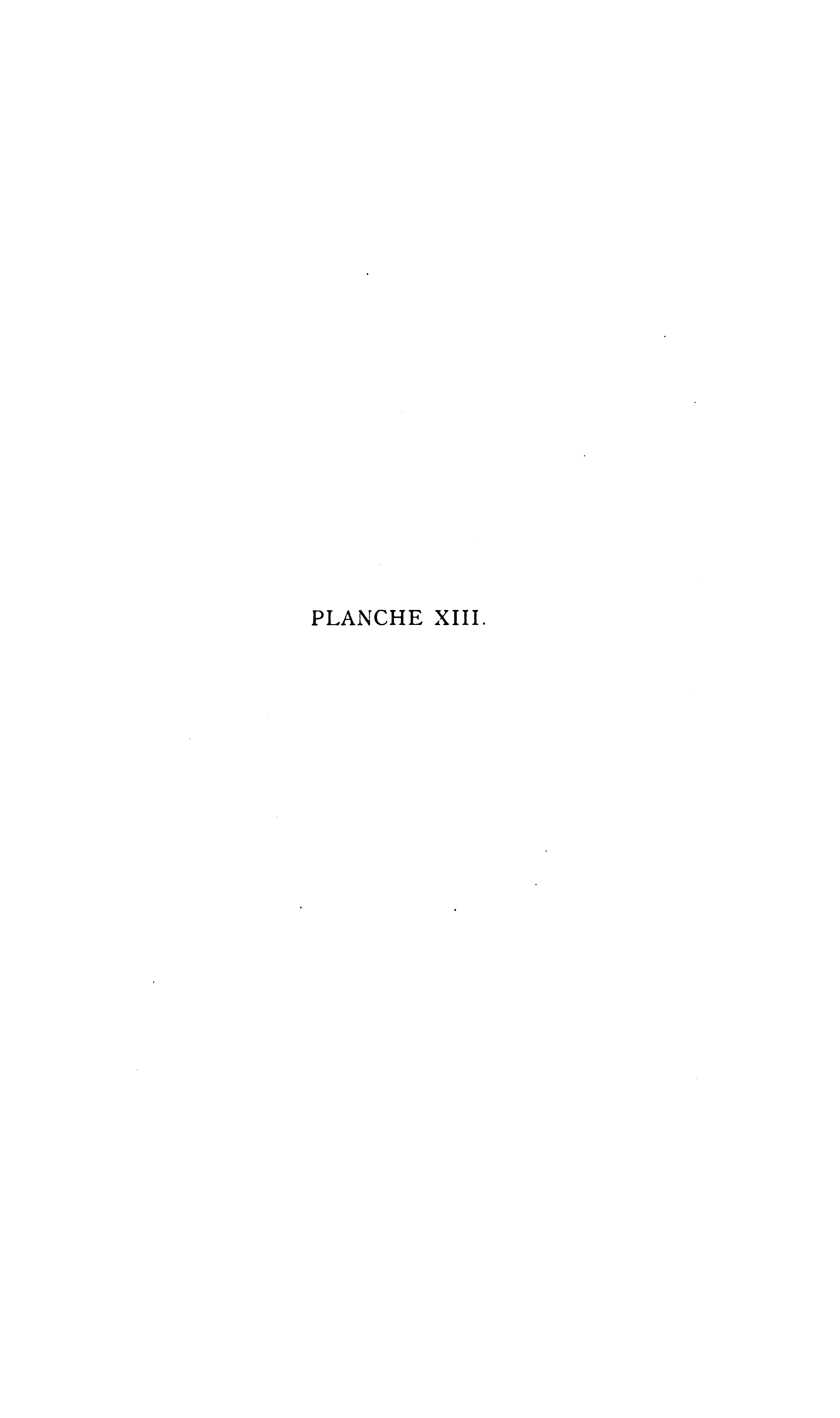
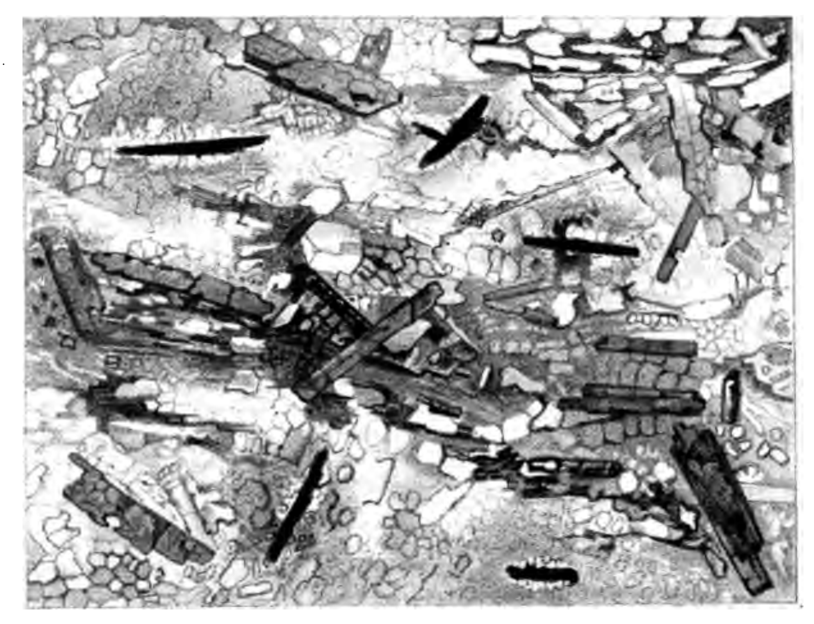


PLANCHE XIII.

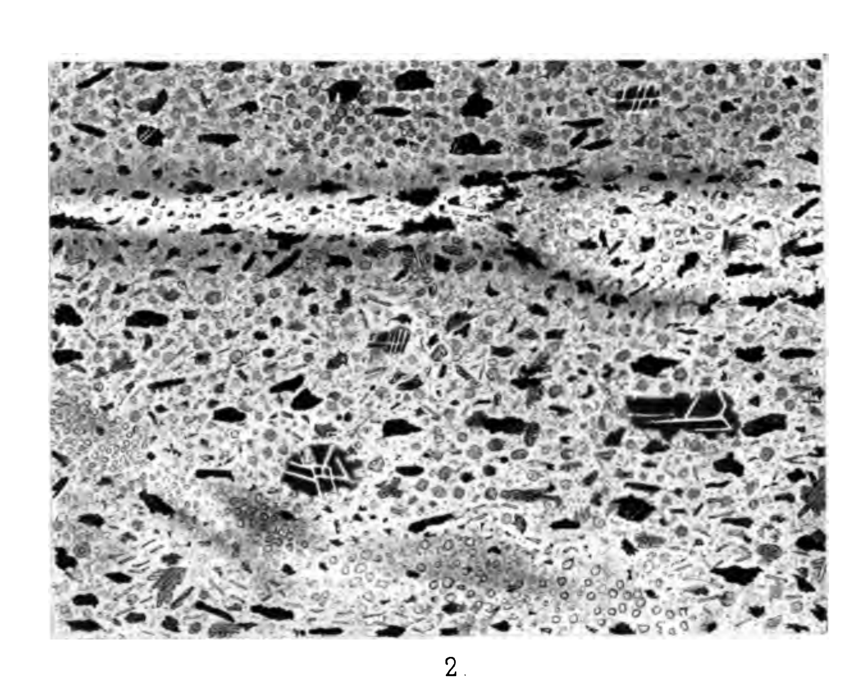
EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

FIG. 1. — *Schiste ottrélitifère de Monthermé.* — Section perpendiculaire au feuilletage. Dans la masse fondamentale très riche en grains quartzeux se trouvent des sections d'ottrélite décrites page 256, et les paillettes noires d'ilménite dont il est question page 252 et dans la description du phyllade des Forges de la Commune. Lumière ordinaire : $^{60}/_{1}$.

FIG. 2. — *Phyllade à ilménite des Forges de la Commune.* — Section parallèle au feuilletage. Dans la masse séricíteuse fondamentale on voit les lamelles d'ilménite avec interposition de cristaux de sagenite. Les deux grandes plages de fer titané vers le milieu de la figure ont été décrites pages 257 et suiv. Les sections circulaires grisâtres réparties presque uniformément pour toute la préparation, ou groupées dans les parties les moins foncées du dessin, sont des cristaux microscopiques de spessartine (voir p. 266). Lumière ordinaire : $^{250}/_{1}$.



1.



2.

Lith. G. Severeyns. Bruxelles



ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE L'ILE D'ANTIGOA;

PAR

J. C. PURVES,

Conservateur au Musée.

INTRODUCTION.

Il y a quelques années, ayant entrepris un voyage aux Antilles, pendant le cours duquel une mission me fut confiée par le gouvernement colonial, j'ai eu l'occasion d'explorer un certain nombre des îles de cet archipel et de rapporter des observations géologiques intéressantes, tant au point de vue général qu'au point de vue plus spécial des formations qui constituent quelques-unes de ces îles.

Pendant mon séjour de six mois aux Antilles, j'ai visité la Guadeloupe, la Martinique, Saint-Thomas, Tobago, la Barbade, mais c'est dans l'île d'Antigoa que j'ai séjourné le plus longtemps et c'est celle-ci qui a fait le plus spécialement le sujet de mes études.

J'avais eu souvent l'occasion de voir, dans les collections de la Société géologique de Londres et dans des collections particulières, de magnifiques échantillons de bois et de polypiers fossiles, admirablement silicifiés, provenant d'Antigoa, et je m'étais promis d'étudier tout particulièrement les formations qui fournissent ces intéressants fossiles; mais ayant eu du temps à ma disposition, j'ai pu pousser plus loin mes investigations, parcourir l'île dans tous les sens et observer assez de points pour pouvoir facilement dresser l'esquisse d'une carte géologique de l'île avec coupe à l'appui.

Les seules données géologiques que l'on possédait sur l'île d'Antigoa, avant mon voyage, se réduisaient à la notice publiée en 1819 par le Dr Nugent, qui habitait l'île (1), et à une note sommaire faite

(1) *Trans. Geol. Soc. of London*, vol. V, p. 459.



par le professeur américain Hovay, lors d'une excursion de quatorze jours passés à Antigoa en 1839 et pendant laquelle il avait été obligeamment guidé par le Dr Nugent (1).

En dehors de ces publications faites par des personnes ayant visité l'île, d'autres travaux tels que ceux de d'Archiac, Daubeny, Scrope, etc., donnent quelques détails sur Antigoa, tirés des notices précédentes; enfin, comme travail d'une certaine importance, il faut citer le mémoire du Dr Duncan, de Londres, publié au sujet de l'envoi de fossiles d'Antigoa, fait vers 1819, par le Dr Nugent, à la Société géologique de Londres.

Ces matériaux étaient restés pendant longtemps inutilisés, lorsque le Dr Duncan entreprit, il y a quelques années, l'étude des polypiers qui formaient une partie importante de l'envoi.

Dans le cours de cette étude, le Dr Duncan fait quelques allusions à la géologie de l'île et donne des détails sur la nature des couches qui renferment les fossiles; mais ces détails étant tirés de la notice de Nugent s'écartent assez notablement de la vérité ainsi que nous le démontrerons plus tard.

Quoi qu'il en soit, le travail du Dr Duncan a fourni, en ce qui concerne les polypiers, des résultats du plus haut intérêt, car ses comparaisons ont permis d'apprécier avec quelque exactitude l'âge relatif des couches qui constituent l'île d'Antigoa.

On conçoit aisément que la notice du Dr Nugent, publiée en 1819, soit loin d'être à la hauteur de la science actuelle; cependant, en observateur consciencieux, l'auteur avait déjà reconnu l'existence de quatre massifs principaux caractérisés chacun par une roche de nature particulière.

Le docteur divise donc les matériaux constituant Antigoa de la manière suivante :

Marne. — Marne crayeuse avec nombreux fossiles terrestres et marins associés.

Chert. — Masse siliceuse, dure, avec coquilles terrestres et marines, polypiers et bois, le tout silicifié et d'une très belle conservation.

Pour le Dr Nugent, le *chert* était subordonné aux couches inférieures de la marne crayeuse dont il vient d'être question.

Claystone conglomerate. — Roche mal définie, stratifiée, paraissant à l'auteur être de nature spéciale et renfermant, comme le *chert*, des bois et des polypiers silicifiés.

(1) *American Journal of Science*, vol. XXXV, p. 66.



Trapp (1). — Masses montagneuses de porphyre et de brèche à surface fortement altérée (wacke) et brèche de trapp.

Enfin, à sa notice, le Dr Nugent avait ajouté une coupe diagrammatique de l'île, dans laquelle on voit la *marne* et le *chert* disposés en couches horizontales et reposant sur le *claystone conglomerate* figuré comme se trouvant en couches considérablement inclinées.

Telles étaient les connaissances géologiques que l'on possédait sur l'île d'Antigoa avant ma visite aux Antilles.

Cet amas de *chert* renfermant associées des espèces terrestres et des espèces marines, des polypiers, des bois fossiles, m'avait toujours paru suspect; c'est pourquoi, dès mon arrivée dans l'île, me suis-je mis à explorer sérieusement ces couches si intéressantes.

J'acquis bientôt la preuve évidente que la masse du *chert* se divisait en deux parties bien distinctes : l'une inférieure, renfermant les polypiers et les espèces marines; l'autre supérieure, contenant les espèces d'eau douce et terrestres, et séparées par des strates de roches volcaniques qui s'observent partout entre les deux divisions du *chert*.

Ce point vérifié et acquis, je résolus de poursuivre plus avant mes études et c'est alors que j'abordai les unes à la suite des autres les diverses roches qui constituent l'île d'Antigoa.

Enfin, mes visites aux autres îles des Antilles me permirent de faire des comparaisons et de tirer des déductions géogéniques de telle façon que je me suis vu possesseur de matériaux suffisants pour pouvoir esquisser la description géologique de l'île d'Antigoa qui fait le sujet de ce mémoire.

(1) Le Dr Nugent dit : « Wacke-porphyry, wacke-breccia and a general trapp-breccia ». (*Loc. cit.*, p. 468.)

POSITION GÉOGRAPHIQUE, CARACTÈRES PHYSIQUES ET STRUCTURE GÉNÉRALE GÉOLOGIQUE DE L'ILE D'ANTIGOA.

L'île d'Antigoa fait partie des Petites-Antilles et est située entre la Guadeloupe et l'île Barbuda, vers la moitié de la distance entre ces deux îles. Sa position géographique a été déterminée comme suit :

Latitude, 17°,2' — 17°,13' N.

Longitude, 61°,44' — 61°,58' O (1).

La surface de l'île est d'environ 108 milles carrés et sa forme est à peu près triangulaire (2).

Le côté le plus long mesure 16 milles, et, prenant ce côté pour base, la hauteur du triangle est très approximativement de 13 milles.

Le côté le plus long, situé au Nord-Est, est tourné vers l'Atlantique; il est fortement découpé par de nombreuses échancrures formant des golfes, des baies et des criques.

De ce côté, le fond va en s'approfondissant très lentement; aussi la mer est-elle parsemée d'îlots et de récifs dont les uns ne sont que des prolongements détachés (*outliers*) des roches formant la côte, tandis que les autres sont d'origine récente.

A la distance de 30 milles de cette côte se trouve l'île Barbuda. C'est une île longue et plate, formée de roches semblables à celles de la partie Nord-Est d'Antigoa.

Les sondages relevés entre les deux îles n'indiquent qu'une profondeur maximum de 30 à 40 brasses, ce qui, ajouté au fait constaté de l'identité de leurs mollusques terrestres, constitue une preuve certaine de la réunion des deux îles à une époque encore relativement récente, ainsi que je compte le démontrer plus loin.

Les côtes d'Antigoa formant l'angle Sud-Ouest opposé au long côté déjà sommairement décrit, sont tournées vers la mer des Caraïbes. Leur nature diffère considérablement de celle de la côte opposée et leurs contours sont plus réguliers. La mer, au lieu de gagner graduellement en profondeur, s'enfonce rapidement à partir de la côte de manière qu'entre la pointe Sud-Ouest et la Guadeloupe, qui est située à peu près à la même distance Sud-Ouest

(1) Du méridien de Greenwich.

(2) Le mille anglais équivaut à $1609^{m},344$.



d'Antigoa que l'île de Barbuda l'est au Nord-Est, il existe une pente atteignant bientôt 300 brasses de profondeur.

Enfin, ajoutons que l'ensemble de la faune des mollusques terrestres de la Guadeloupe diffère notablement de celle d'Antigoa, surtout au point de vue de la répartition des genres qui y habitent; seules, quelques espèces sont communes aux deux îles.

Antigoa peut être divisée, d'une manière générale, en trois régions physiquement bien tranchées.

La première, située au Sud-Ouest, est montagneuse et accidentée; la deuxième, au Nord-Est, est couverte d'ondulations et de collines; enfin, la troisième, située entre les deux premières, est constituée par une vaste plaine, peu élevée au-dessus du niveau de la mer, et qui s'étend à travers l'île du Nord-Ouest au Sud-Est.

Les caractères naturels et particuliers qui viennent d'être signalés peuvent servir d'indices faisant prévoir une division des roches constitutives de l'île en trois catégories bien distinctes.

En effet, la région Sud ou montagneuse est entièrement composée de roches cristallines éruptives et d'agglomérés volcaniques formant des crêtes abruptes de 800 à 1,400 pieds d'élévation au-dessus du niveau de la mer et qui, malgré leur peu de hauteur absolue, donnent à la région un aspect accidenté et montagneux. Ces reliefs doivent surtout leur caractère à la manière dont ils s'élèvent brusquement du côté de la mer et à la forte déclivité des pentes qui descendent vers le centre de l'île.

Considérés dans leur ensemble, les escarpements de la région montagneuse d'Antigoa ne présentent pas l'apparence fracturée et irrégulière des régions accidentées des îles voisines, la Guadeloupe et Montserrat, ou des îles volcaniques du groupe Caraïbbéen en général. Les sommets sont le plus souvent arrondis et quelque peu coniques; ils sont ordinairement réunis par des crêtes naturelles, fréquemment coupées elles-mêmes par des gorges profondes à parois presque verticales, généralement praticables pendant la plus grande partie de l'année, mais parcourues pendant la saison pluvieuse par des torrents impétueux charriant d'énormes quantités de débris.

Ce dernier fait indique clairement la nature des agents qui ont servi à donner à la région ses caractères actuels.

La région Nord-Est ou ondulée est formée de strates de roches calcaires, la plupart peu consistantes, et donnant naissance à des lignes de collines arrondies de 200 à 400 pieds de haut, qui res-

semblent beaucoup, par leur aspect général, à celles des régions crétacées de l'Angleterre.

Cette deuxième division est la plus étendue des trois; sa limite méridionale est marquée d'une manière assez nette par un escarpement abrupt qui traverse toute l'île, suivant une ligne ondulée partant de la baie de Dickenson au Nord-Ouest et aboutissant à la baie de Willoughby au Sud-Est, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en examinant la carte annexée à ce travail.

Quant à la région de plaine qui forme la troisième grande division, elle est constituée par du tuf volcanique stratifié et est traversée çà et là par des crêtes de hauteurs variées présentant leurs escarpements au Sud-Ouest.

Ces crêtes indiquent la position des lits de tufs durcis, et dans une localité (Drew's Hill) non loin du centre de l'ile, celle d'une intrusion de trapp.

Certains lits de calcaire et de roches siliceuses d'origine soit marine, soit d'eau douce, présentant des caractères des plus intéressants, sont intercalés entre les tufs volcaniques, qu'ils séparent en deux séries.

Toutes ces roches stratifiées traversent l'île du Nord-Ouest au Sud-Est avec une inclinaison générale de 12° à 20° vers le Nord-Est, à l'exception de quelques couches relativement récentes, situées le long de la côte Nord-Est, qui sont presque horizontales.

La coupe jointe au présent travail et qui représente une section verticale s'étendant de la pointe Sud-Ouest de l'île à la côte Nord-Est, montre les relations générales existant entre les diverses roches dont il vient d'être fait mention.

Ces roches occupent un ordre de superposition ascendante qui peut être représenté comme suit :

A. Porphyrites et agglomérats volcaniques,
B. Tufs inférieurs stratifiés,
C. Calcaire inférieur et *chert* marin,
D. Sables et grès volcaniques,
E. *Chert* lacustre ou d'eau douce,
F. Tufs supérieurs,
G. Calcaire supérieur et marnes,
H. Marnes horizontales.

Nous allons maintenant donner la description détaillée de chacun de ces groupes.

A. — *Porphyrites et agglomérats volcaniques.*

Les roches fondamentales d'Antigoa sont, ainsi que nous l'avons dit, celles qui forment la région Sud-Ouest ou montagneuse, dont la surface occupe plus du quart de la superficie totale de l'île.

A l'Ouest et au Sud, cette région est bornée par la mer, sa limite du côté des terres coïncide avec celle des contre-forts Nord-Est des montagnes qui s'étendent dans la direction Nord-Ouest-Sud-Est, d'une côte à l'autre suivant une ligne légèrement arquée présentant sa convexité au Nord-Est.

L'alignement des sommets de l'intérieur de la région suit une direction dominante sensiblement parallèle à la limite tracée ci-dessus.

Quoique interrompue dans toutes les directions par des vallées étroites ou par des ravins profonds, qui la coupent fréquemment en massifs montagneux isolés et irréguliers, la ligne de crête présente généralement une pente relativement douce vers le Nord-Est et un escarpement plus ou moins abrupt vers le côté opposé.

Les massifs montagneux sont entièrement formés de roches éruptives cristallines et d'agglomérats associés.

Les premières se présentent sous forme d'immenses couches massives s'enfonçant sous un angle considérable vers le Nord-Est.

Par suite de la dénudation énorme qu'elles ont subies, ces couches apparaissent très fréquemment en masses détachées, formant des collines de plusieurs centaines de pieds de hauteur, qui ont pris les formes arrondies ou plus ou moins coniques qui caractérisent communément les éminences de trapp feldspathique (1).

La roche dont ces masses sont formées peut être rangée dans cette classe de roches éruptives intermédiaires, comme composition minéralogique, entre les Trachytes fortement silicatés (Rhyolites, avec leurs anciens représentants Felsites, Quartz-porphyrites, etc.) et les Dolérites basiques, et qui ont reçu les noms d'Andésites, de Porphyrites, de Trachy-dolérites, etc., selon l'âge géologique des strates parmi lesquelles elles se trouvent intercalées.

En effet, la roche des montagnes du Sud d'Antigoa se rattache aux Dolérites par son élément principal consistant en feldspath tri-

(1) Le mot *trapp* est employé dans ce travail d'une manière générale pour désigner toute roche ignée non-clastique.

clinique, mais elle en diffère par l'absence ou par la quantité insignifiante de silicates magnésiens.

La montagne de Mac-Nish, située près du centre de la chaîne principale de l'île, est formée en grande partie par une roche de cette nature, qui peut être considérée comme un exemple typique de celles formant la région en général.

Sa texture est fortement porphyrique et elle consiste en une masse fondamentale ou ciment compacte, rouge pourpre, dans laquelle sont empâtés des cristaux nombreux et bien formés de feldspath vitreux.

Le ciment lui-même, vu au microscope, se montre formé d'une multitude de petits cristaux du même minéral, au milieu desquels sont répandus de nombreux grains anguleux de magnétite, et les interstices sont comblés par une matière rouge résultant probablement de la peroxydation de ce dernier minéral.

Les petits cristaux de la pâte ou ciment ainsi que les grands cristaux qui y sont enclavés montrent les stries caractéristiques du feldspath triclinique.

Dans d'autres parties de la même montagne la roche perd sa texture porphyrique et prend une couleur brun grisâtre, mais elle conserve néanmoins la composition de la masse fondamentale ou de la pâte.

Par conséquent, bien que dans toute la région la roche soit de texture plus ou moins porphyrique et que son ciment soit de teinte tantôt rouge, tantôt brune ou grise, elle paraît toujours partout identique au fond et reste constituée essentiellement par les mêmes éléments minéralogiques.

Conformément au système actuel de nomenclature pétrologique, si ces roches se présentaient au milieu des couches paléozoïques, elles seraient probablement appelées *porphyrites;* si on les trouvait au contraire associées à des dépôts tertiaires, on les appellerait *andésites.*

On les distingue du reste difficilement des laves anciennes intercalées dans le Vieux Grès Rouge, ou de celles des roches carbonifères inférieures de l'Écosse centrale. Des laves similaires forment une grande partie des roches éruptives des Andes, de la Hongrie et du Caucase, et elles sont encore représentées de nos jours dans les émissions du volcan actif de Santorin.

Les caractères minéralogiques de ces roches d'Antigoa ne peuvent donc guère nous aider à déterminer la date de leur éruption;



mais la structure générale de toute la région montagneuse semble expliquer d'une manière plausible les conditions de leur origine.

Les masses épaisses, grossièrement stratifiées, de roches ignées cristallines, alternant avec des accumulations de matériaux fragmentaires, l'inclinaison de tout l'ensemble partant de la pointe Sud-Ouest de l'île indiquent clairement que l'orifice d'où ces masses sont sorties était situé dans cette direction.

Cette disposition montre aussi que nous nous trouvons devant les restes d'anciennes coulées de laves feldspathiques associées à leurs agglomérats.

Ces dépôts constituent donc les restes du cône d'un vaste cratère dont les autres parties ont été balayées par les vagues de la mer, ou emportées par les courants pendant les oscillations du sol, auxquelles, comme je le démontrerai plus tard, l'île a été sujette à plusieurs reprises.

B. — *Tufs inférieurs stratifiés.*

Des couches bien stratifiées de tuf bréchiforme s'étendent le long de toutes les pentes des montagnes du Sud, et, en quelques endroits, remontent même presque à leurs sommets.

Ces couches forment la base d'une puissante assise de strates similaires, s'étendant jusque près du milieu de l'île dans la direction Nord-Est, en constituant une large bande allant de la côte Nord-Ouest à la côte Sud-Est, et sur laquelle repose une grande partie de la plaine centrale.

Au milieu de celle-ci, les couches de tuf se dressent çà et là sous forme de crêtes ou de collines allongées de 100 à 300 pieds, qui présentent généralement un escarpement abrupt vers le Sud-Ouest et une pente douce dans la direction opposée.

Ces tufs sont stratifiés régulièrement et les variétés à grains serrés sont très souvent finement feuilletées, tandis que les variétés à texture grossière forment ordinairement des couches massives de plusieurs pieds d'épaisseur.

Les caractères physiques de ces tufs sont très variables; ils affectent des couleurs diverses et passent par toutes les nuances du rouge, du brun, du vert, du jaune et deviennent même parfois d'un blanc pur; mais les variétés brunâtres se rencontrent le plus souvent.

Quant à la texture, elle varie depuis le conglomérat grossier



jusqu'à la pâte fine, dont les parties constituantes ne sont pas visibles à l'œil nu.

Quelques couches sont d'une nature assez dure et résistante pour qu'elles puissent être employées dans les constructions, tandis que d'autres sont tellement tendres et friables qu'on peut les déblayer à la pioche.

En règle générale, plus les tufs s'éloignent des montagnes du Sud, plus leur texture devient fine et compacte.

Malgré cette diversité de caractères physiques, la constitution minéralogique de toutes ces roches est essentiellement la même. Elles sont formées d'une pâte composée de petites particules feldspathiques, mêlées de cristaux d'un blanc mat ou vitreux de feldspath et de grains de magnétite. On trouve encore dans les variétés grossières, enclavés dans la pâte, des fragments anguleux ou subanguleux des différentes variétés de trapp et tuf durci. Parmi ces fragments on peut facilement reconnaître ceux provenant des montagnes du Sud.

Le D[r] Nugent a désigné ces couches sous le nom de *Claystone conglomerate* (1), mais comme on l'a vu par notre description, ce sont indubitablement des tufs volcaniques : aussi ai-je préféré ce dernier terme au précédent, qui pourrait induire en erreur au sujet de la véritable nature de ces roches et de leur origine.

Le terme de *Claystone conglomerate* pourrait faire supposer que ces couches dérivent par désagrégation et décomposition des roches cristallines antérieures, ce qui semble avoir été, du reste, l'opinion du D[r] Nugent, car il croit à la possibilité de leur formation par la destruction (*detrition or debacle*) des formations antérieurement existantes au delà des limites actuelles de l'île.

Le même auteur croit aussi que les masses montagneuses de trapp ne sont que de gigantesques blocs formant partie du conglomérat ! « Je suis convaincu », dit le D[r] Nugent, « que cette rangée des montagnes est un conglomérat et non une simple brèche sur une grande échelle (2) ».

« Les fragments de trapp », ajoute-t-il encore, « présentent des différences de volume depuis des blocs de plusieurs centaines de mètres jusqu'aux débris de dimension la plus exiguë (3). »

(1) *Loc. cit.*, p. 466.
(2) *Loc. cit.*, p. 471.
(3) *Loc. cit.*, p. 469.



La masse fondamentale de ces roches est facilement reconnaissable sous le microscope, comme n'étant pas de l'argile dans le vrai sens du mot, c'est-à-dire une substance résultant de la décomposition de feldspath, mais bien une pâte formée de fine poussière volcanique, et, en quelques cas, de petits fragments de feldspath même.

Sa composition est même à peu près identique à celle des cendres rejetées en 1796 et 1836 par le cratère de l'île voisine de la Guadeloupe, lesquelles ont été examinées par Dufrenoy, et qui consistaient entièrement en fragments de deux espèces de feldspath; d'une variété vitreuse qu'il appelle *Ryacolite* et d'une autre d'un blanc laiteux, soluble dans l'acide chlorhydrique et qui n'est probablement autre chose que la *Labradorite* (1).

La boue fine, rejetée par le même cratère en 1837, avait la même composition, mais avec addition de petits grains de trachyte, d'un minéral pyroxénique et de magnétite (2). Si ces matières avaient coulé dans la mer ou y étaient tombées, elles se seraient évidemment stratifiées par ordre de pesanteur et auraient formé des roches ayant une grande ressemblance avec plusieurs des tufs à éléments ténus d'Antigoa.

Dans quelques localités, les tufs ont subi une altération remarquable, due, sans doute, au passage à travers leur masse de vapeurs ou de gaz acides.

La roche formant la montagne de Monk, la plus grande altitude atteinte par les lits de cette série, fournit un exemple de ce genre.

La couleur de la roche est d'un beau vert pâle, et sa dureté ainsi que sa résistance permettent de l'employer pour l'empierrement des routes et pour la construction; de plus, l'examen attentif montre que la roche est entièrement composée de petites particules de feldspath blanc mat réunies par un ciment amorphe vert pâle feldspathique dans lequel il y a par-ci, par-là des fragments bruns rougeâtres du tuf original.

A Rygby's, une masse de tuf, nettement limitée, a été altérée d'une manière plus complète encore. Elle est entièrement décolorée et est devenue tellement tendre et friable qu'elle ressemble, vue à certaine distance, à une falaise de craie ou de marne blanche; aussi dans la carte de Nugent est elle représentée comme un lambeau de la formation calcaire supérieure de l'île.

(1) *Comptes rendus*, t. IV, p. 746.
(2) *Ibidem*, p. 651.

Un examen plus approfondi des échantillons fait voir que la roche ne contient pas de carbonate de chaux, qu'elle a la même composition que la roche de Monk's Hill et qu'elle n'est autre chose, enfin, qu'une portion altérée des tufs rouges normaux et intacts qui l'entourent, d'où tout le peroxyde de fer aurait été enlevé.

Des altérations du même genre ne sont pas rares dans les roches trachytiques, ainsi que dans les tufs qui les accompagnent, auprès des solfatares. On peut voir à l'œuvre les agents qui les ont produites dans l'île de Terceira, dans les îles Lipari, dans les environs de Naples, en Auvergne et ailleurs.

Il n'y a ni calcaire, ni grès, ni schistes intercalés dans les tufs que nous venons de décrire, et ceux-ci sont presque privés de fossiles. Je n'ai réussi à trouver que l'impression d'une valve de *Pecten* et quelques organismes discoïdes ressemblant par leur forme à de grands *Orbitolites;* on ne pouvait cependant y découvrir aucune trace de structure organique.

C'est sur la « Ridge » où sont situées les vieilles casernes et, par conséquent, dans les couches supérieures de la série, que ces trouvailles ont été faites.

Dans une ou deux localités j'ai également constaté la présence des *ripple marks* très distincts.

Le Dr Nugent mentionne dans son « *Claystone conglomerate* » la présence des fragments de bois pétrifié et de *chert* avec des impressions de polypiers; mais si l'on examine la carte, on verra que les localités qu'il indique peuvent être facilement reconnues comme situées sur ce que j'ai nommé les *tufs supérieurs,* que je démontrerai plus tard être d'une formation beaucoup plus récente que ceux que j'ai appelés *tufs inférieurs* et dont nous nous occupons dans ce moment.

Malgré le caractère régulièrement stratifié de ces roches, il serait imprudent de décider positivement, en l'absence de restes organiques ou de couches indubitablement sédimentaires intercalées, qu'elles ont été toutes formées sous les eaux; cependant, relativement à cette absence de restes organiques, il est facile de concevoir que pendant la précipitation des cendres et autres matériaux volcaniques dans la mer, celle-ci n'ait guère été favorable au développement des animaux marins, tels que les mollusques et les polypiers; ce qui permet de conserver comme très probable l'opinion d'une stratification du tuf sous les eaux.

J'ajouterai à l'appui de cette manière de voir l'argument de l'absence généralement constatée des polypiers et des mollusques dans

certains tufs manifestement d'origine volcanique sous-marine tels que ceux que l'on rencontre intercalés dans les schistes du carbonifère d'Écosse.

En ce qui concerne les polypiers surtout, Dana a démontré comment, dans les régions corallifères, leur absence ou leur abondance relative dans le voisinage des îles d'origine volcanique peut servir d'indice pour la détermination du temps écoulé depuis la cessation de l'activité ignée.

Le même auteur cite particulièrement l'île de Mani, dans la région corallifère du Pacifique, comme un exemple frappant du fait énoncé.

Des deux péninsules qui forment cette île, l'une est évidemment d'origine volcanique récente, car son cratère est encore intact, tandis que pour l'autre, quoique d'une origine ignée aussi évidente que la première, toute preuve directe de l'existence d'un cratère a disparu depuis longtemps, et c'est exclusivement (1) autour d'elle que les récifs de polypiers sont venus s'établir.

Il ne peut en tout cas rester de doute sur le fait de la déposition au fond de la mer des lits supérieurs des tufs d'Antigoa, car, outre les preuves déjà données, ils passent insensiblement aux roches que nous décrirons plus loin et qui sont de formation marine certaine.

Ces conclusions étant admises, les tufs ont dû être déposés à une profondeur assez considérable, car les éléments ont conservé leurs formes anguleuses ou cristallines; ils n'ont donc jamais été soumis à une trituration énergique le long des rivages.

Aucune couche de roche ignée, cristalline, contemporaine ne se montre parmi ces tufs et il semble qu'après l'émission des laves qui forment une si grande partie des montagnes du Sud, les matières rejetées par le volcan ont été de nature entièrement fragmentaires.

Des chutes de poussière feldspathique et de lapilli sont tombées dans la mer pendant une longue période de temps et ces matériaux ont été entraînés par les courants pour former, à distance, un immense banc sous-marin dont les tufs décrits plus haut ne sont que de faibles vestiges.

Un arrêt de longue durée dans l'éruption volcanique doit avoir eu lieu ensuite, car les dépôts qui suivent immédiatement sont essentiellement d'origine marine; c'est ce que démontre bien leur composition et principalement la masse des polypiers, classe d'ani-

(1) Dana, *Coral islands*, pp. 301, 302.

[redacted]

maux qui, ainsi que nous l'avons vu, ne se développent guère que dans les eaux exemptes de tout détritus étranger, et dont la présence est spécialement incompatible avec le voisinage d'influences dues aux matières d'origine volcanique.

Les dépôts marins et fossilifères dont nous allons parler constituent ainsi la première preuve évidente de l'existence de la vie animale dans l'histoire de l'île.

C. — *Calcaire inférieur ou chert marin.*

Les lits supérieurs de la série des tufs déjà décrite, qui, environ à moitié chemin entre les pointes Sud-Ouest et Nord-Est de l'île, sont assez fortement imprégnés de calcaire, sont surmontés de couches stratifiées de calcaire et de marne contenant beaucoup de *chert* (1).

Ces roches sont surtout développées dans les environs de St-John et Drew's Hill où elles forment les mamelons de Rat-Island, Otto's, Belmont ou Murray's et la hauteur sur laquelle est bâtie la cathédrale. On peut encore les suivre sous des facies un peu différents à travers toute l'île jusqu'au English Harbour sur la côte Sud-Est.

Les termes principaux du groupe que nous décrivons sont des bancs d'une roche silico-calcareuse, blanchâtre, compacte, passant à un calcaire grenu ou sub-cristallin d'une couleur gris foncé.

On y trouve associées des couches irrégulières de marne jaunâtre, friable, qui renferment de grandes concrétions siliceuses, formant quelquefois des bancs continus d'une étendue et d'une épaisseur considérables.

Les fossiles renfermés dans ces couches consistent entièrement en restes d'organismes marins, particulièrement en polypiers et en mollusques avec quelques fragments de test d'échinodermes.

Tous ces restes sont généralement plus ou moins silicifiés; les mollusques se présentent pour la plupart à l'état de moules ou bien ils sont brisés et fissurés de manière à en rendre la détermination spécifique impossible. Cependant, plusieurs d'entre eux peuvent être reconnus comme se rapportant à des genres bien caractérisés comme les *Pecten, Lima, Lithodomus, Cardium, Turbo, Turritella, Strombus,* etc.

(1) Le terme anglais « chert » est à peu près l'équivalent du français « phtanite »; mais, comme je compte le démontrer plus loin, une partie du chert d'Antigoa diffère, comme origine, du phtanite.

Les polypiers sont tous de forme composée, la grande majorité appartenant à la famille des *Astræidæ*, et, comme on pouvait s'y attendre, on les rencontre à un état moins fragmentaire que les mollusques à cause de leur plus grande solidité.

Il est pourtant évident qu'ils ont été énergiquement roulés par les vagues, car les blocs ont tous une apparence arrondie et peu d'entre eux ont conservé une portion de la surface occupée par les calices.

On voit aussi des masses de roches qui semblent formées d'une brèche composée de fragments de polypiers silicifiés associés à des débris de coquilles.

La silicification a fait subir à ces restes organiques et surtout aux polypiers, des modifications diverses; chez les uns la quantité de silice apportée n'a pu suffire qu'à remplir les intervalles compris entre les parties calcaires des polypiérites, tandis que cette partie calcaire a été peu à peu dissoute dans la suite; de sorte que les moules des loges intercloisonnaires restent seuls sous la forme de prismes allongés, polygonaux, couverts de sillons.

Chez d'autres, la masse entière a été silicifiée, mais la silice déposée dans les interstices étant d'une couleur différente de celle des parties primitivement calcaires, les détails de structure peuvent être reconnus dans les coupes avec un certain degré de certitude.

Dans certains cas assez rares, où les calices sont libres, les cloisons et même les plus délicats détails de structure sont assez bien conservés.

Enfin, en d'autres points il se présente encore des masses volumineuses de silex, mais la silicification s'est opérée alors que le calcaire était déjà fortement entamé par la dissolution; aussi peut-on à peine y distinguer de légères traces de structure indiquant leur origine organique.

On trouve souvent des blocs perforés par des lithodomes dont les valves silicifiées sont encore visibles dans les trous.

Des quantités considérables de « terre rouge » et parfois de grands cristaux tabulaires de Barytine se montrent parmi les polypiers; ils proviennent, sans doute, des couches volcaniques qui les recouvrent.

Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le dire, je n'ai pu découvrir dans le *calcaire et le chert marins* d'autres restes organiques que ceux d'origine purement marine; aussi, quant à la formation de ces dépôts, ne peut-il y avoir aucun doute; ils ont été évidemment

formés par les débris d'une bordure de récifs qui, pendant le long repos de l'activité volcanique, s'était développée tout autour de l'amas sous-marin de matériaux ignés qui s'était accumulé pendant la période d'éruption précédente.

Le calcaire et le chert marins, malgré la petitesse relative de leur masse, constituent l'un des horizons les plus importants pour la géologie de l'île d'Antigoa, car ils contiennent les premiers documents directement observables concernant l'histoire de la vie dans cette région. C'est donc dans ces données paléontologiques qu'il faut chercher les éléments permettant de fixer l'âge relatif du dépôt.

Ce sont surtout les polypiers qui fournissent les meilleurs indices, car les mollusques recueillis jusqu'ici sont dans un état trop imparfait pour pouvoir être utilisés avec fruit et fournir des renseignements sérieux.

En ce qui concerne les polypiers, toute personne compétente dans cette partie examinant la collection qui provient des calcaires marins inférieurs, ne manquerait pas d'être frappée par la différence sensible existant entre cette faune et celle des récifs qui bordent actuellement les îlots situés autour d'Antigoa et qui sont encore de nos jours en voie de développement.

En effet, les récifs actuels sont formés de madrépores, millépores et méandrines gigantesques, genres qui manquent complètement dans les vieux récifs contemporains de la formation du calcaire inférieur.

Au lieu de ces polypiers actuels, existaient de nombreuses Astræïdes de formes éteintes et d'espèces d'*Alveopora* qui ne se retrouvent plus de nos jours que dans la Mer Rouge, l'Océan Indien et le Pacifique.

En 1863, M. le professeur Duncan publia à la suite des études qu'il entreprit au sujet des polypiers envoyés en 1819 par le Dr Nugent à la Société géologique de Londres, une liste de douze espèces provenant du *chert* de ce dernier auteur, et qui paraissent se rapporter en partie aux dépôts dont nous venons de parler.

Sur ces douze espèces, onze étaient dessinées ou décrites, et de ce nombre, neuf étaient considérées comme appartenant exclusivement au chert inférieur d'Antigoa, deux au Miocène d'Europe et une, *Alveopora dædalea*, était rapportée à l'espèce actuellement vivante, portant ce nom; de plus, l'auteur ne trouva, parmi les fossiles provenant des marnes plus récentes envoyés par le Dr Nugent,

qu'une seule espèce commune aux deux formations, cette espèce étant également *Alveopora dædalea* (1).

En 1864 le professeur Duncan ajouta à cette liste le *Stylocœnia lobato-rotundata,* Mich., qu'il dit être le polypier le plus répandu dans le chert et qui, ayant été découvert par lui dans le calcaire inférieur de Malte, semble fixer plus exactement la position de la formation (2).

Il conclut donc de ces données que la corrélation générale entre les couches tertiaires moyennes des Antilles et de l'Europe peut être affirmée, et que la présence d'une espèce dominante de polypier dans le *chert* d'Antigoa et dans le calcaire inférieur de Malte devait impliquer la contemporanéité de ces deux formations (3).

Le professeur Rupert Jones a confirmé cette conclusion dans une communication ajoutée à la suite du travail du D[r] Duncan et il affirme avoir trouvé dans un morceau de *chert* d'Antigoa, un spécimen de l'*Orbitoïdes Mantelli,* Morton, parfaitement identique à ceux qui se rencontrent dans le *calcaire inférieur* de Malte (4).

Je dois ajouter, en réponse à ces affirmations, que je démontrerai plus loin que le fragment siliceux à *Orbitoïdes* provenait vraisemblablement du *calcaire supérieur* d'Antigoa et non du *chert marin.*

Quoi qu'il en soit, voici la liste des espèces que j'ai recueillies moi-même dans le *calcaire inférieur et le chert marin* d'Antigoa, la plus grande partie des échantillons provenant des environs de Belmont.

Prionastræa diversiformis, Michelin. Miocène supérieur, Bordeaux et Turin.

Solenastræa turinensis, Mich. Miocène, Turin et Touraine.

Stylocœnia lobato-rotundata, Mich., sp. Miocène, Rivalha près de Turin, Vérone, Dego. (*Hist. nat. corall.,* II, p. 252.)

Porites Collegnana, Mich. = *incrustans,* Edwards et Haime. Miocène, Turin, Bordeaux, Dax, Curry (Bouches-du-Rhône). M. Reuss cite ce fossile dans le terrain miocène de la Bohème, de Vienne, de la Basse-Autriche, de la Hongrie et de la Moravie. (*Hist. nat. des Coralliaires,* III, p. 181.)

Alveopora dædalea, Forskal. Récent, la Mer Rouge, Océan Indien, le Pacifique.

Astræa sp.	*Alveopora* ou *Porites.*
Astræa sp.	*Alveopora* ou *Porites.*

(1) *Quart. Journ. Geol. Soc. Lond.,* vol. XX, p. 411.

(2) *Geol. Mag.,* I, p. 97.

(3) *Geol. Mag.,* I, p. 101.

(4) *Ibidem,* I, p. 102.

Ainsi qu'on peut le voir, cette liste confirme dans son ensemble la conclusion du Dr Duncan en ce qui concerne la corrélation qui existe entre les couches du chert marin d'Antigoa et celles du miocène d'Europe; mais je n'ai pas remarqué la réalité de la prédominance, affirmée par l'auteur, du *Stylocœnia lobato-rotundata* parmi les spécimens observés.

Je n'ai en effet trouvé qu'un seul exemplaire de cette espèce, et il m'a été également impossible de rencontrer l'*Orbitoïdes Mantelli* dans cet horizon.

Cette dernière espèce est cependant représentée par un nombre considérable de grands exemplaires dans les lits de *marnes* et de *calcaires supérieurs,* comme on le verra plus loin lorsque nous traiterons de cette formation.

Il est donc très probable que le spécimen de roche siliceuse qui a fait l'objet de la communication de M. le professeur Rupert Jones, et qui était étiqueté « Flint trouvé dans la marne », provenait bien du *calcaire supérieur* et non des lits de *chert* de la formation inférieure.

Un fait très remarquable consiste dans l'impossibilité où l'on a été jusqu'ici d'établir une corrélation sérieuse entre le *chert marin* d'Antigoa et les autres dépôts tertiaires des Antilles; ils ne renferment, en effet, aucun fossile commun autre que l'espèce récente *Alveopora dædalea,* qui ne caractérise aucun horizon spécial puisque son existence a été constatée depuis le *chert marin* jusqu'au *calcaire blanc* de la Jamaïque, considéré comme appartenant au tertiaire supérieur, c'est-à-dire au Pliocène (1).

Si la présence de l'*Orbitoïdes Mantelli* avait été positivement constatée dans le *chert marin,* cette espèce n'aurait pas servi plus que la précédente à la fixation de l'âge relatif de ces couches, car ce foraminifère passe des lits de San Fernando de la Trinidad (2) (Éocène) (3) jusqu'au sommet du Miocène de la Jamaïque (4).

D'un autre côté la marne ou calcaire supérieur d'Antigoa contient également des fossiles communs avec le Miocène supérieur de Saint-Dominique, de la Barbade, de la Jamaïque, de Trinidad, et comme les preuves physiques de l'existence d'un intervalle prolongé entre cette formation et celle du *chert marin* sont très claires,

(1) Etheridge, *Geology of Jamaica,* pp. 311, 315, 318.
(2) Guppy, *Geologist,* VII, p. 159.
(3) Duncan, *Quart. Journ. Geol. Soc. Lond.,* XXIX, p. 562.
(4) Rupert Jones, *Geol. Mag.,* I, p. 104.

ainsi que nous le démontrerons plus loin, nous croyons que l'assise dont nous nous occupons doit être classée dans une position intermédiaire entre les formations du Miocène supérieur citées plus haut et les dépôts supercrétacés de San Fernando, de la Jamaïque et de Saint-Barthélémi.

M. Cleve considère, comme caractérisant ces derniers dépôts, le *Cerithium giganteum,* Lamk., et une Nérite voisine de la *Nerita conoïdea,* Lamk. (*Schmideliana,* Desh.) (1). Ces deux fossiles appartiennent, ainsi qu'on le sait, le premier au calcaire grossier et le second aux sables de Cuise du Bassin de Paris.

Enfin M. Duncan pense que la majorité des polypiers de Saint-Barthélémi a des affinités avec ceux de l'Oligocène ou Éocène supérieur (2).

D. — *Sables et grès volcaniques.*

Le chert marin est recouvert en stratification concordante par des lits de grès ou menu conglomérat volcanique.

On observe ces roches en couches bien stratifiées, sur la côte Nord-Est de St-John, et les lits supérieurs s'observent sur le flanc Sud de Drew's Hill.

Dans ces deux localités on trouve ces dépôts surmontés immédiatement par des couches de chert contenant des fossiles d'eau douce et dans la première ils atteignent jusque 100 pieds d'épaisseur.

Les grès et sables volcaniques sont constitués par des roches grésiformes, d'un gris brunâtre de faible cohérence, composées de particules bien arrondies de trapp porphyrique mêlées à une proportion considérable de grains de quartz, le tout cimenté par du carbonate de chaux et de la silice.

Ces dépôts sont évidemment littoraux et ils indiquent de plus une reprise des éjections volcaniques, accompagnant un mouvement de soulèvement du sol qui a arrêté la croissance du récif de polypiers et, comme on le verra plus loin, a fini par l'émerger en même temps qu'une surface considérable de l'ancien fond de mer formé par les sables et les grès dont il est ici question.

(1) Cleve, *Kongl. Svenska Vetenkaps-Akademiens Handlingar,* IX, p. 26.
(2) *Quart. Journ. Geol. Soc. Lond.,* XXIX, p. 562.

D. — *Chert lacustre ou d'eau douce.*

Les couches de l'intéressant dépôt dont nous allons entamer la description et auxquelles nous attacherons une importance toute spéciale dans le présent travail, peuvent être suivies à travers la partie centrale de l'île depuis Dry Hill, localité située sur la côte à environ 1 mille au Nord du port de St-John, jusqu'à la Savannah près de la côte Sud-Est.

Les relations stratigraphiques sont parfaitement indiquées dans une coupe, le long de la côte, près de Dry Hill, ainsi qu'à environ 3 milles de là, vers l'intérieur des terres, près de l'extrémité Sud de Drew's Hill, où on voit les couches de *chert d'eau douce* reposer en stratification concordante sur les grès que nous venons de décrire ci-dessus, et surmontées par une série épaisse de tufs volcaniques régulièrement stratifiés.

Entre les deux points signalés plus haut on peut observer directement en place les lits siliceux du *chert,* mais plus loin, vers le Sud-Est, il en est rarement ainsi et la présence des affleurements n'est plus marquée que par d'immenses quantités de blocs dispersés de *chert,* renfermant ses fossiles caractéristiques et jonchant la plaine.

A des distances variables de cette première ligne d'affleurement vers le Nord-Est, les mêmes couches réapparaissent de nouveau à la surface, grâce à une faille que l'on peut observer dans la coupe située le long de la côte entre Dry Hill et Corbizons Point. Cette faille semble traverser l'île dans une direction Nord-Ouest-Sud-Est, parallèlement, par conséquent, à la ligne d'affleurement des couches de *chert.*

Le long de la seconde ligne d'affleurement causée par la faille les roches se montrent moins souvent en place que dans la première, mais leur présence est parfaitement indiquée par la grande quantité de débris existant non seulement à la surface du sol, mais encore dans le sous-sol.

Sur la carte et les coupes qui accompagnent l'esquisse due au Dr Nugent, le *chert* est représenté comme déposé en stratification discordante sur les tufs stratifiés ou sur le « *Claystone conglomerate* » comme il les appelle. Mais l'auteur doit avoir déduit cette relation inexacte de la position que le *chert* semble occuper le long de la seconde ligne d'affleurement où la roche ne s'observe pas en place.

Le Dr Nugent n'a, dans tous les cas, pu avoir observé semblable

disposition dans la coupe de la côte à Dry Hill qui, du reste, n'est pas indiquée sur sa carte, et où des lits siliceux remplis de Mélanies, de Planorbes et d'autres fossiles du *chert d'eau douce* se voient distinctement, plongeant vers le Nord-Est sous un angle de 10° à 12° comme le font les couches qui se trouvent au-dessus et au-dessous du *chert*.

Les roches formant ce petit groupe consistent en alternances de couches de calcaire siliceux et de *chert* d'épaisseurs variables séparées par des lits irréguliers de marne friable.

Le *chert* est ici une roche siliceuse extrêmement dure, généralement de couleur gris jaunâtre ou brun clair, à cassure esquilleuse, à éclat tantôt cireux, tantôt mat, mais pouvant offrir par altération une surface blanchâtre, rude et granuleuse.

Si l'on taille des coupes transversales à travers des lits de *chert*, on voit que la roche est composée d'une innombrable quantité de feuillets soudés, minces comme du papier, séparés par des linéoles de couleur plus claire.

Les feuillets et les linéoles se recourbent autour des nombreux fossiles renfermés dans la masse sans jamais les traverser, c'est-à-dire que cette disposition implique bien l'idée d'un dépôt formé par une série de couches extrêmement fines, successives.

Tel est l'aspect ordinaire du *chert d'eau douce*. Mais, dans quelques localités, il perd la structure feuilletée et prend une texture compacte et homogène. La couleur devient alors grise ou presque noire et la cassure conchoïdale, comme celle de silex ordinaire; enfin, à d'autres endroits, le *chert* se colore en rouge ou en jaune par les oxydes de fer et sa surface devient vitreuse en prenant l'aspect de jaspe.

On peut observer le passage de la marne friable au calcaire siliceux ainsi que la transition de celui-ci au *chert* ou silex, et, dans certaines parties, ce dernier prend une texture celluleuse ou cariée, les cavités étant remplies de carbonate de chaux pulvérulent, comme si le remplacement successif de ce minéral par la silice s'était arrêté au bout d'un certain temps par suite du manque de matière.

Les bancs siliceux varient d'épaisseur depuis un pouce jusque 2 ou 3 pieds; ils sont plus épais vers le centre de l'île et s'amincissent à mesure qu'ils s'approchent des côtes.

Dans la Savannah, vers le Sud-Est, ils disparaissent complètement, et, à l'extrémité opposée de leur affleurement, c'est-à-dire près de Dry Hill, ils sont réduits à de nombreux lits d'un pouce ou

deux d'épaisseur, séparés par du calcaire impur, de l'argile ou des sables fins feldspathiques.

Les lits de *chert* sont extrêmement riches en fossiles et consistent en restes de plantes et coquilles de mollusques fluviatiles et d'eau saumâtre. On y rencontre aussi exceptionnellement des tests de petits foraminifères.

Ces derniers constituent les seules formes marines qui aient été observées dans le dépôt.

Les mollusques se présentent en très grand nombre, et en quelques endroits, la roche est presque uniquement composée de coquilles silicifiées, empâtées dans un ciment siliceux dont on ne peut les détacher, mais qui se montrent sur les surfaces exposées à l'air libre avec un relief et une conservation suffisants pour en faire apprécier les détails les plus délicats.

Les coquilles gisent presque invariablement de telle façon que leur grand axe est parallèle au plan de déposition des couches.

La faune du *chert d'eau douce* est composée uniquement de gastéropodes appartenant aux genres suivants, que nous avons arrangés de manière à les disposer d'après l'ordre d'abondance relative :

* *Melania.*
* *Zonites.*
* *Nematura* ou *Amnicola.*
Planorbis.
Melampus.
* *Neritina.*
Truncatella.
* *Pomatias.*

La description spécifique de ces coquilles sera donnée ultérieurement.

Les genres précédés d'un astérisque n'ont plus de représentants vivants à Antigoa, et on n'en trouve même plus à l'état fossile dans les dépôts plus récents de l'île.

Le genre *Melania* proprement dit n'habite pas les Antilles, mais on rencontre encore dans l'île de Cuba un sous-genre, *Hemisinus,* composé de formes ayant l'ouverture cannelée antérieurement et représenté par cinq espèces.

Les *Zonites* sont inconnus dans les Antilles et dans l'Amérique centrale; cependant, une espèce non encore décrite de ce genre a été trouvée par moi près de George-Town, Demerara (Guyane anglaise); c'est, paraît-il, le point du continent américain situé le plus près d'Antigoa où des mollusques du genre *Zonites* aient été observés.

Il est à peine nécessaire de dire que les coquilles fossiles provenant du *chert d'eau douce,* classées parmi les *Zonites,* ont été ainsi

déterminées d'après les caractères des coquilles seulement. La distinction entre les genres *Zonites* et *Helix* repose sur certaines différences dans les organes de la reproduction et dans la forme de la plaque buccale, ce qui naturellement ne pouvait être vérifié ici.

Cependant ces distinctions sont généralement accompagnées, chez les *Zonites,* de certaines modifications dans l'aspect général de la coquille, et particulièrement dans la forme discoïde, la surface lisse et brillante et le péristome aigu, non réfléchi, si facile à reconnaître dans la petite espèce que nous avons recueillie en grand nombre.

Le genre *Neritina* est représenté dans la plupart des Antilles, mais pas à Antigoa, et quant au genre *Nematura,* il vit dans les Indes orientales, et on l'a retrouvé à l'état fossile dans l'Oligocène de l'île de Wight.

Enfin le genre *Pomatias* est douteux, son péristome étant imparfait : les espèces vivantes appartiennent à l'Europe méridionale et à l'Inde.

Les espèces des autres genres : *Planorbis, Melampus* et *Truncatella,* ne peuvent pas être identifiées avec celles qui habitent actuellement Antigoa.

J'ai pu constater moi-même ce fait par des recherches opérées avec le plus grand soin, et qui m'ont permis de rassembler une collection complète des mollusques terrestres et fluviatiles de l'île.

L'état de conservation dans lequel se trouvent les coquilles silicifiées du *chert d'eau douce* est, en général, très remarquable.

Les formes les plus fragiles paraissent même être celles qui ont le moins souffert.

Les petits *Zonites,* par exemple, qui avaient des coquilles extrêmement minces et délicates, comme le *Zonites cristallinus* actuel, sont parfaitement conservés.

Beaucoup de petits exemplaires de *Melania* possèdent encore intactes les fines extrémités de leur spire et il en est de même pour les *Truncatella,* ce qui se présente rarement chez ces espèces du dernier genre, ainsi que l'indique du reste le nom qu'il porte.

Les plus grandes espèces de *Melania* sont assez souvent endommagées et les *Planorbes* et les *Neritina* ne se trouvent guère qu'en moules ou empreintes engagées dans la roche.

Ce qui constitue l'un des faits les plus remarquables, en ce qui concerne la conservation des fossiles, c'est la reproduction fidèle, par la silice, de certaines parties appartenant à l'animal lui-même habitant la coquille.

Cette particularité s'observe plus ou moins nettement chez les *Zonites*, les *Melampus* et les *Nematura;* mais l'exemple le plus frappant se voit dans un spécimen de grande *Melania* où, sous l'enveloppe externe enlevée, on voit distinctement, au travers de la couche interne transparente, les circonvolutions de corps linéaires bien définis qui ne sont très probablement autres que des portions d'organes reproducteurs de l'animal.

Associés aux coquilles, on rencontre fréquemment dans le *chert* des morceaux de bois silicifié et, vers le centre de l'île, près de Freeman's, ces débris végétaux se présentent en très grande quantité, généralement brisés en fragments de faible longueur, mais dont le diamètre peut atteindre des dimensions assez considérables.

Le plus gros tronc que j'ai pu observer n'avait que 3 pieds de long avec 5 pieds environ de circonférence; mais le Dr Nugent fait mention d'un autre tronc qui mesurait une longueur de 14 pieds avec un diamètre de 12 pouces.

Aucun fragment appartenant à des arbres dycotylédonés n'avait conservé des parties de l'écorce; cependant ils ne semblent pas avoir été roulés.

Les troncs sont souvent fendus longitudinalement et beaucoup de fractures paraissent nettes et récentes, les morceaux reposant en place l'un contre l'autre comme si la séparation venait de se produire à l'instant.

Cette tendance à l'éclatement ou à la fragmentation doit provenir d'un changement brusque de température, tel, par exemple, que celui qui pourrait être causé par des averses froides tombant sur les roches surchauffées par le soleil. Ce phénomène se produit souvent à Antigoa pendant les heures les plus chaudes de la journée, lors de la saison des grandes chaleurs.

Livingstone rapporte qu'il a vu dans l'Afrique centrale des blocs de quartz se fendre pendant l'abaissement rapide de la température qui se produit par la radiation nocturne (1); Unger a observé les mêmes phénomènes parmi les arbres silicifiés de Wadi el Tih entre le Caire et Suez (2).

Les deux divisions des phanérogames sont représentées parmi les débris végétaux du *chert;* les dicotylédonées paraissent être les

(1) LIVINGSTONE, *Zambesi*, pp. 492, 516.

(2) *Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissensch. zu Wien*, XXXIII.

plus nombreuses, mais de grands fragments de tige de palmacées sont également très communs.

On rencontre aussi fréquemment des amas de racines d'arbres appartenant à cette dernière famille, et l'on reconnaît, dans certains cas, le pied, dilaté en forme de bulbe, du tronc du palmier à l'endroit où il sort de terre.

Je n'ai cependant réussi à trouver ni des fruits ni des feuilles d'aucun de ces végétaux.

Le professeur Hovay mentionne la présence du bourgeon de la banane (*Musa sapientum*) et de la cosse du Tamarin (*Tamarindus indicus*), ce qui, si le fait était bien établi, serait à la fois important et remarquable, attendu que ces deux plantes sont supposées avoir été introduites dans les Antilles depuis leur colonisation.

Les seuls représentants des cryptogames que j'ai pu découvrir, consistaient en tiges et en fruits de *Chara,* que l'on rencontrait dans les lits de *chert* à Bellevue et Drew's Hill.

En général, les fragments de bois ne semblent pas avoir subi d'altération chimique prononcée avant leur silicification. La disparition de la matière organique et son remplacement par la silice paraissent s'être opérés simultanément, molécule par molécule, de telle sorte que les détails des tissus végétaux ont pu être conservés dans toute leur perfection.

La présence de bois silicifié dans les tufs volcaniques n'est pas un fait qui s'observe rarement.

Ces bois proviennent en général d'arbres croissant sur les pentes ou près de la base des volcans à l'époque de leurs éruptions et qui ont été recouverts par la pluie de lapillis et de cendres ou par des éjections boueuses, puis transformés peu à peu en agate ou en opale par la silice dérivant de la décomposition des feldspaths, dans la matière poreuse et fragmentaire qui les recouvrait.

Mais la silicification des débris végétaux du chert d'Antigoa a dû s'opérer, au moins en beaucoup de cas, dans le milieu même où la pétrification des mollusques fluviatiles a eu lieu, car on les trouve souvent mêlés, et même il arrive qu'on rencontre des fragments de troncs d'arbres dans lesquels on peut voir des *Melania* et des *Nematura* logées dans les fentes du bois.

De tous les faits dont il vient d'être question on peut conclure avec raison que la succession des événements qui se sont produits après la formation du *chert* et du *calcaire marins,* s'est opérée de la manière suivante.

La croissance des récifs bordant la côte, et dont les débris ont fourni l'élément principal de la roche, a été arrêtée par la reprise des éruptions et la chute des cendres et des lapillis accompagnées d'un mouvement de soulèvement qui a provoqué l'émersion des récifs ainsi qu'une portion considérable du fond de la mer au Nord-Est de ceux-ci, fond que nous savons constitué par des sables et des boues volcaniques.

Sur la plaine ainsi mise à sec il s'est formé une suite de lacs ou de lagunes d'eau saumâtre, autour desquels se développa une végétation exubérante de palmiers, ainsi que d'arbres et arbrisseaux dicotylédonés.

Ces lagunes se peuplèrent bientôt d'une grande quantité de mollusques dont la plupart, tels que les *Melania*, les *Nematura*, les *Neritina* et les *Planorbis*, peuvent vivre dans les eaux douces ou légèrement saumâtres.

Certains autres genres, tels que les *Melampus* et les *Truncatella*, indiquent la proximité de la mer; cependant leur présence ne prouve pas que les eaux marines aient jamais eu accès dans les lagunes, car des espèces du premier genre vivent actuellement à Antigoa au bord des marais où croissent les mangliers (*mangrove swamps*) et même j'ai recueilli des Truncatelles vivantes sous les pierres et dans le gazon à une hauteur verticale de 70 pieds au-dessus du niveau de la marée haute.

Il semblerait aussi, eu égard aux grandes quantités de bois qui remplissent les lits de chert d'eau douce, qu'Antigoa devait, à l'époque ou croissaient ces antiques forêts, c'est-à-dire pendant la période miocène, ainsi que l'examen de la faune nous l'a démontré, être ravagée par des ouragans terribles comme ceux qui s'y font sentir de temps en temps de nos jours.

Précisément quelques mois avant mon arrivée, un de ces cyclones avait passé sur l'île et avait laissé partout des traces des ravages qu'il avait causés, par le nombre considérable de troncs et de branches d'arbres qui couvraient le sol dans toutes les directions et remplissaient les étangs et les lagunes.

Vu la proximité évidente de la mer, il n'aurait pas été étonnant de trouver dans le chert déposé dans les lagunes un mélange de formes marines aux formes d'eau douce et terrestres qu'il contient; mais je n'ai réussi à découvrir aucune forme marine à l'exception de deux ou trois espèces de petits foraminifères qui ont du être apportés de la côte, probablement peu éloignée, par les vents venant de la plage.

En certains endroits on voit bien des polypiers silicifiés et des blocs de chert avec coquilles d'eau douce mêlés dans le sol; mais je ne les ai jamais observés réunis dans le même fragment de roche ou dans le même lit *in situ*.

Le D[r] Duncan a conclu de la description du D[r] Nugent que le *chert* est entièrement de formation marine et qu'il est dû à des débris de coraux dans lesquels des morceaux de bois et de coquilles d'eau saumâtre étaient venus se mêler avec les coquilles terrestres amassées le long du récif; mais, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, le D[r] Nugent comprend dans son travail, sous le nom de *chert*, non seulement les couches marines déjà décrites, mais encore les strates d'eau douce et d'eau saumâtre dont il est ici question, et dont j'ai tâché de démontrer la distinction au moyen des évidences stratigraphiques que j'ai fait connaître.

Du reste, le D[r] Nugent n'affirme nulle part que les morceaux de bois et les mollusques d'eau douce et d'eau saumâtre sont mêlés aux coraux silicifiés; il cite (p. 465) la présence de coquilles marines associées avec les coraux à Church Hill, S[t]-John, localité située, ainsi qu'on peut le voir sur la carte ci-jointe, sur la bande de *chert marin*.

« Les coquilles terrestres et fluviatiles, dit le D[r] Nugent, se » trouvent à Constitution Hill », localité située à près de 5 milles au Sud-Est de la première et dans un endroit où n'affleurent que les couches d'eau douce. C'est ce dont on peut se convaincre en examinant la carte.

Il est vrai que l'auteur que nous venons de citer dit que les *conglomérés* contiennent du *bois* pétrifié et du chert avec des impressions de coraux (p. 467 et nota). Mais les localités qu'il cite — La Savannah et les pâturages de Gunthorpe — sont situées sur les *Tufs supérieurs* près de leur jonction avec la marne ou *calcaire supérieur* et, par conséquent, supérieur au *chert marin* et au *chert d'eau douce*.

Les fragments de bois et de coraux peuvent donc fort bien provenir des localités citées ci-dessus par suite de dénudation et avoir été mêlés à la surface du sol à l'endroit où ils ont été observés.

Si les preuves stratigraphiques ne démontraient pas clairement la séparation qui existe entre la formation du *chert marin* et celle du *chert d'eau douce*, la structure finement laminaire de ce dernier, la conservation remarquable des fossiles les plus délicats, l'évidence de leur rapide silicification, qui indique une solution de silice très

abondante ou très concentrée, toutes ces considérations, en un mot, ne s'accorderaient guère avec la supposition que ces coquilles auraient été « entraînées vers un récif de polypiers », mais prouveraient, au contraire, que le dépôt tout entier du *chert d'eau douce* s'est opéré dans des conditions particulières de tranquillité et dans des bassins circonscrits.

Situées comme elles doivent avoir été à la base d'un volcan dont les forces éruptives n'étaient pas encore épuisées, il est facile de concevoir que ces lagunes aient été le réservoir naturel des eaux siliceuses et, par conséquent, du dépôt de silice qui en est résulté.

Les Geysers d'Islande, les sources chaudes disséminées autour du lac de Yellowstone dans le Wyoming (États-Unis d'Amérique), celles dispersées sur une immense surface dans la partie Sud de la province d'Auckland (Nouvelle-Zélande) sont des exemples frappants et actuels de l'extension que peuvent prendre les dépôts de silice abandonnée par les eaux chaudes aux environs des territoires volcaniques.

Ces dépôts, que nous voyons encore se former sous les yeux, ne diffèrent guère de ceux du chert d'Antigoa.

Dans la province d'Auckland (Nouvelle-Zélande), la région volcanique qui s'étend depuis les bords méridionaux du lac Taupo jusqu'au delà de la contrée lacustre autour de Tarewara, c'est-à-dire sur une longueur d'environ 30 milles, est certainement celle qui présente actuellement les conditions les plus analogues à celles dans lesquelles s'est formé le chert d'Antigoa.

Cette région repose sur un fond de tuf trachytique et de congloméré, à la surface desquels sont disséminés de nombreux lacs, marais et lagunes au milieu et sur les bords desquels jaillissent des milliers de sources bouillantes, fortement chargées de silice qu'elles déposent en se refroidissant en vastes nappes de roches affectant la texture du silex et de la calcédoine.

Plusieurs des lacs de cette région contiennent des mollusques dont les coquilles sont sans doute englobées dans les dépôts siliceux qui se forment partout dans les fonds où jaillissent les sources chaudes.

On peut donc admettre que lorsqu'une semblable source surgit soudainement, ainsi que le cas se présente quelquefois, les mollusques qui se trouvent dans le voisinage sont immédiatement tués, et c'est ainsi que les parties molles de l'animal peuvent être conservées par remplacement rapide de la matière organique par la silice qui se dépose.

Si l'un de ces lacs venait à son tour à être comblé par une éruption de cendres et de lapillis, ce qui s'est présenté dans plusieurs parties de la région de Yellowstone, l'analogie de ces phénomènes avec ceux qui ont dû présider à la formation du *chert* d'Antigoa serait complète.

Un phénomène de ce genre s'est produit, comme on le sait, près d'Aurillac, dans le Cantal, où des torrents, ayant raviné les dépôts volcaniques accumulés, ont mis à découvert des couches de marne et de calcaire dans lesquelles sont intercalés des lits de *chert* contenant des coquilles qui ont évidemment vécu dans un lac comblé par les débris volcaniques pendant la période miocène.

Ces couches calcaires et siliceuses passent de l'une à l'autre et ont tous les caractères lithologiques du *chert* d'Antigoa.

Dans l'île de Nevis, à 30 milles Nord-Ouest d'Antigoa, il existe encore une source thermale dont l'eau, à sa sortie, a une température de 110°.5 Fah. et contient, d'après les analyses du Dr Davy (1), son propre volume d'acide carbonique et 1.5 grain de silice sur 11.120 d'eau.

Une portion de la silice se dépose pendant le refroidissement et le reste est abandonné pendant le départ de l'acide carbonique.

On conçoit que, si de pareilles sources se sont jetées dans les anciens lacs d'eau douce d'Antigoa, les eaux se sont trouvées dans les conditions requises pour opérer la pseudomorphose des organismes qui y étaient contenus et la formation des lits siliceux dans lesquels ceux-ci sont enfermés.

La solution chaude, en coulant dans l'eau froide des lacs, a dû perdre presque subitement la plus grande proportion de silice sous forme de sédiment amorphe, et en même temps l'acide carbonique, agissant comme dissolvant des coquilles, permettait à la silice restante de venir remplacer, particule par particule, le calcaire à mesure de sa disparition.

Cette dissolution des coquilles a, du reste, pu être encore considérablement accélérée par les masses d'acide carbonique dégagées pendant la décomposition des matières organiques, mollusques et débris de végétaux, se trouvant dans le lac.

Dans tous les cas, il y a des preuves évidentes que le *chert* n'a pas été formé partout de la manière rapide et directe que nous venons d'exposer; en effet, il alterne, comme je l'ai dit, avec des lits de

(1) *Ed. New Phil. Journ.*, XLIII, p. 2.

calcaire siliceux et quelquefois aussi avec des couches de marne tendre, et, dans ces différents cas, on observe que les roches passent insensiblement de l'une à l'autre.

En quelques endroits, la roche siliceuse est percée de cavités irrégulières et angulaires, remplies de carbonate de chaux pulvérulent, dont l'apparence est telle qu'on croirait que les deux substances ont été imparfaitement mélangées.

Quelques-unes de ces cavités ont leurs parois couvertes de cristaux de quartz présentant les formes cristallines de la calcite; ce sont en réalité des pseudomorphes de ce dernier minéral, produits par le remplacement successif de carbonate de chaux par la silice.

On peut même admettre que des couches entières de *chert* ont été formées de cette manière, c'est-à-dire que des couches primitivement constituées par de la marne résultant de la désagrégation de débris de coquilles ont pu être, dans la suite, converties complètement en *chert*, grâce à une imprégnation d'eau chargée de silice.

Il est même très probable que la silicification d'une grande partie du *chert marin* a été opérée d'une façon semblable, car les couches de grès grossier qui sont intercalées entre le *chert marin* et le *chert d'eau douce* portent des traces évidentes de l'infiltration, au travers de leur masse, d'eaux siliceuses.

Les grains ou les petits cailloux dont ce grès est composé, quoique cimentés par du carbonate de chaux, ne se détachent pas complètement par l'immersion dans l'acide chlorhydrique, et, après cette opération, on peut constater que chaque granule est recouvert d'une fine incrustation siliceuse.

L'état dans lequel on trouve les fossiles du *chert marin* vient encore confirmer la manière de voir que j'ai exposée ci-dessus; en effet, ils sont moins parfaitement silicifiés que ceux du *chert d'eau douce*, et nous avons même vu que les mollusques, spécialement, sont ordinairement représentés par des moules internes, la silicification ne semblant pas avoir marché simultanément avec la dissolution du test.

Ce fait se comprend, du reste, aisément, et l'explication naturelle consiste en ce que la solution siliceuse avait dû perdre beaucoup de son énergie pétrifiante en passant au travers des strates calcaires et sableuses supérieures au *chert marin*.

F. — *Tufs supérieurs et Trachydolérite de Drew's Hill.*

Le *chert d'eau douce* est surmonté par une série épaisse de tufs stratifiés qui ne diffèrent pas essentiellement comme composition minéralogique de ceux qui sont au-dessous du *chert marin*. Ils ont, cependant, en général une texture moins cohérente.

On peut très bien les observer à Drew's Hill, éminence isolée, s'élevant assez brusquement de la plaine environnante, à un peu plus de la moitié de la distance qui sépare les pointes Sud-Ouest et Nord-Est de l'île.

La moitié Sud-Ouest de cette petite montagne a été enlevée par dénudation, de telle manière qu'on peut y observer de haut en bas une coupe des couches qui la composent.

A la base, on voit le chert d'eau douce qui plonge sous un angle assez faible sous la montagne. Au-dessus du chert se présente une succession de tufs feldspathiques rouges, gris, verts ou bigarrés, de texture variant depuis l'aspect homogène et terreux à éléments très menus, jusqu'au conglomérat stratifié, contenant de grands blocs sub-angulaires de trapp, mêlés à des fragments arrondis ressemblant à des scories.

Traversant verticalement ces couches se montre une masse ou culot de roche ignée cristalline, dont la partie supérieure, en forme de mamelon, constitue le sommet de l'extrémité méridionale de la montagne.

Cette roche ignée est dure, d'un gris verdâtre, à cassure rude.

Taillée en lames minces, elle montre au microscope une masse fondamentale formée de nombreux cristaux entre-croisés de feldspath strié, parmi lesquels sont éparpillés des grains abondants de magnétite.

Dans cette gangue se trouvent empâtés d'assez gros cristaux de feldspath gris-perle, quelquefois strié, ainsi que des particules noires, brillantes, éparpillées, d'un minéral pyroxénique, l'augite ou la horneblende probablement.

Cette roche diffère de celles qui constituent les montagnes de la région Sud de l'île en ce que sa cassure est plus rude et sa texture moins compacte, ainsi que par la plus grande abondance relative du minéral pyroxénique dont il vient d'être question.

Elle semble posséder entièrement les caractères du « trachydolérite » d'Abich.

Aux endroits où on voit le *chert* plonger sous la montagne, on

remarque qu'il a subi une altération remarquable et réelle. Il a perdu, en effet, sa structure laminaire et s'est converti en un silex corné gris, compacte et homogène à cassure terne.

En examinant des cassures fraîches de cette roche métamorphosée, on peut encore apercevoir dans la masse des traces de nombreux fossiles, réduites à l'état de traits déformés, de spirales atténuées, de lignes de points, représentant les univalves caractéristiques du chert qui, dans cet endroit, semble avoir été soumis à un ramollissement, à une demi-fusion par suite de la proximité de la matière éruptive.

Nous pouvons donc aisément reconnaître dans la montagne de Drew's Hill les restes d'un cône formé par les matières rejetées par un cratère adventif qui s'était ouvert à la base du grand cratère principal situé vers le Sud, alors que ses forces éruptives étaient sur le point de s'épuiser.

La masse verticale ou culot de roche cristalline, traversant les tufs, représente la lave figée dans la cheminée du cratère et qui s'y était élevée après l'éjection des cendres et des lapillis dont l'amas avait comblé les lagunes dans lesquelles le *chert d'eau douce* était en voie de formation.

Lors du moment de l'éruption, une grande partie du chert était déjà formée, ainsi que le prouve l'état d'altération de la roche, mais les lagunes devaient encore exister à l'époque de l'éruption, car j'ai reconnu, dans les tufs qui surmontent immédiatement les strates silicieuses, la présence des *Melania* et des fragments de bois entremêlés.

Ces faits sembleraient également démontrer que l'éruption s'est frayé un passage au travers des lits déposés dans les lagunes.

Les tufs supérieurs suivent la direction de la diagonale de l'île, allant du Nord-Ouest au Sud-Est, et ils sont recouverts par les marnes et les calcaires qu'il nous reste encore à décrire.

Malgré l'apparence stratifiée de ces tufs supérieurs il est très probable que la plus grande partie est de formation aérienne, c'est-à-dire résultant de la simple chute dans l'air libre des cendres et des lapillis.

On m'a pourtant informé qu'en creusant des puits dans ce tuf pour des usages domestiques, on a rencontré des coquilles marines en deux ou trois localités situées près de la jonction avec les lits calcaires qui le surmontent, mais je n'ai pas eu l'occasion de pouvoir vérifier le fait par moi-même.

Je crois peu douteux, au moins pour les tufs qui existent dans la

partie Ouest de l'île, qu'ils ont été rejetés par le cratère adventif de Drew's Hill : mais il est possible que d'autres cratères accessoires contemporains, situés à la base des montagnes du Sud, dans le voisinage de Falmouth et de English Harbour, aient également vomi les énormes masses de matériaux fragmentaires que l'on rencontre vers l'Est de ces localités.

De ce côté de l'île cependant, la succession des couches est beaucoup moins claire que dans la région avoisinante Drew's Hill; du reste, je n'ai pas eu à ma disposition le temps nécessaire pour établir toutes les relations d'une manière satisfaisante.

Avec l'éjection des tufs supérieurs, la période d'activité volcanique de l'histoire d'Antigoa semble définitivement terminée, car les dépôts plus récents dont nous avons à parler et qui recouvrent plus du quart de la surface de l'île sont généralement d'origine organique.

Calcaire supérieur et marnes.

La région Nord-Est de l'île comprenant à peu près deux cinquièmes de sa surface est constituée par de puissantes masses de marne et de calcaire reposant en stratification concordante sur les tufs volcaniques que nous venons de décrire.

Leur limite Sud-Ouest est marquée par une ligne de hauteurs de 200 à 400 pieds d'élévation, s'étendant de la baie de Dickenson au Nord-Ouest jusqu'à Willoughby Bay sur la côte Sud-Est.

Ces éminences présentent des talus relativement escarpés au Sud-Ouest; mais dans la direction opposée elles descendent doucement vers la mer, sous le niveau de laquelle elles s'enfoncent en parsemant le fond de leurs lambeaux détachés.

Ces lambeaux émergent sous forme d'îlots bas de configuration irrégulière et sont bordés d'une ceinture de récifs de polypiers de formation récente.

La roche spécialement dominante dans les couches inférieures de la série est une marne blanche, gris-jaunâtre ou chamois, dans laquelle l'élément calcaire prédomine de beaucoup.

Sa texture et sa consistance ressemblent assez à la craie marneuse des côtes d'Angleterre.

Elle passe souvent à un calcaire blanc et compacte assez dur pour qu'il puisse être employé dans les constructions.

En quelques endroits on constate l'existence de lits irréguliers d'une texture grenue ou grossière rappelant, au point de vue minéralogique, le tufeau de Maestricht.

[redacted]

Les grains qui composent cette roche consistent en petits fragments arrondis de corallines, de coraux, d'échinides et de coquilles de mollusques.

En d'autres points les lits de cette roche ont été convertis en une masse dure, grise et cristalline qui, observée en fragments isolés, pourrait être prise pour un morceau de calcaire paléozoïque.

Ces diversités de texture ne semblent pas suivre des lignes continues dans la série; le plus souvent elles passent d'un niveau dans un autre sans ordre ni régularité apparente.

Dans les masses de marne tendre les plans de stratification sont rarement discernables ; mais dans le calcaire dur on les voit ordinairement bien marqués et leur direction peut alors être déterminée comme étant dirigée vers le Nord-Est sous un angle de 10° à 15° comme les autres strates plus anciennes.

Ces couches renferment à certaines places une quantite considérable de fossiles, surtout des coraux, des échinides et des mollusques, mais généralement réduits à l'état fragmentaire ou à l'état de moules spécifiquement indéterminables, sauf les coraux qui sont souvent silicifiés d'une manière très remarquable.

J'ai le regret de n'avoir pu, faute de temps, recueillir une collection de ces fossiles d'une grande valeur pratique.

Parmi ceux envoyés en 1819 par le Dr Nugent, les mollusques ne sont pas encore déterminés, mais plusieurs coraux ont été décrits et figurés par le Dr Duncan, qui est d'avis qu'ils ont certainement des affinités avec des espèces miocènes et qu'ils diffèrent tous de ceux qui existent actuellement dans la mer des Antilles.

A Long-Island, un des lambeaux de cette formation, on trouve en un point des fragments de bois silicifié renfermés dans la marne.

Ces débris végétaux paraissent roulés et ils sont associés à des fragments de coquilles marines et d'échinodermes ainsi qu'à des concrétions entièrement composées d'un agrégat de Rhizopodes discoïdes de grandes dimensions, appartenant à une seule espèce, et dont les exemplaires mesurent 3 à 5 centimètres de diamètre.

J'ai déjà fait remarquer que cet organisme se rapporte probablement à la forme décrite par le professeur Rupert Jones, supposée provenant du *chert* et considérée comme identique à l'*Orbitoïdes Mantelli* du calcaire blanc du Clarendon (Jamaïque).

Cette espèce serait le représentant d'une variété du même forammifère que l'on trouve en grande quantité dans le calcaire de Malte, roche que l'on voit immédiatement recouverte par un grès dont les fossiles indiquent qu'il doit être l'équivalent exact des lits

de Bade dans le bassin de Vienne, dont l'âge miocène est maintenant définitivement fixé.

La quantité de silice qui s'est infiltrée au travers de ces dépôts calcaires d'Antigoa doit avoir été très considérable, car outre qu'elle a produit la pseudomorphose des coraux sur une grande échelle, elle a fréquemment provoqué la formation de concrétions géodiques de grande taille formées des amas de cristaux de quartz bien réguliers, dont le centre consiste, en plusieurs cas, en un fragment de corail ou de tout autre corps organique.

Cependant, cette silice n'a pas, comme dans le chert marin, remplacé la substance primitive de la roche elle-même de manière à la transformer en couches continues de chert ou de calcaire siliceux.

Les conditions de formation ont sans doute été différentes dans les deux cas, au point de vue de l'apport de silice.

La matière siliceuse, pour ce qui concerne le chert proprement dit, a été fournie, en quantité relativement plus abondante, par des sources thermales qui traversaient les tufs feldspathiques sous-jacents, tandis que le calcaire supérieur a reçu sa silice des rivières qui, ayant leur source dans les montagnes à éléments de formation ignée, apportaient à la mer leurs eaux tenant en dissolution une faible quantité de silice résultant de la décomposition de ces roches par l'action des agents atmosphériques, à moins que cette silice n'ait été fournie par la désagrégation des organismes siliceux, tels que spicules de spongiaires, diatomées ou polycistines existant dans le dépôt lui-même.

La puissance de cette vaste formation calcaire indique qu'elle s'est déposée pendant une longue période d'affaissement du sol qui a suivi l'extinction de l'activité volcanique et pendant laquelle des récifs de coraux très étendus se sont librement établis autour des bancs formés par les matériaux volcaniques éjectés lors des dernières éruptions.

Ces roches, actuellement visibles, ne représentent pas la substance même du récif, car, pendant la formation du dépôt, ce récif devait être situé à une distance considérable de la côte. Ces amas de marnes et de calcaires avec leur masse de débris de coraux détachés mais bien conservés, de bois flotté et échoué, de coquilles et d'orbitoïdes, représentent évidemment le dépôt particulier que l'on voit encore de nos jours se former par accumulation entre la barrière de récifs et les côtes d'une île affectée d'un mouvement d'affaissement lent et continu.

Les couches finement granuleuses peuvent représenter les sables calcaires de plage et de dune entièrement semblables à ceux qui se déposent encore actuellement le long de la côte de l'île qui reçoit le vent du large.

Dans les endroits où les ruisseaux, sortant des bois, courent à travers la plage de sable calcaire, celui-ci, qui est composé de menus débris de coraux, de coquilles et de corallines, est transformé, sous l'influence de l'eau chargée d'acide carbonique et de calcaire, en une masse subcristalline, dure, dont la surface, sous l'action de l'air, prend une couleur gris sombre, qui lui donne un aspect très ancien, analogue à celui des lits dont nous avons signalé ci-dessus la présence dans les couches de marnes et de calcaires dont nous nous occupons en ce moment.

La composition marneuse de la masse principale du dépôt serait naturellement due à la matière argileuse résultant de la décomposition des tufs feldspathiques mêlés aux détritus des coraux.

L'affaissement du sol de l'île, qui avait permis au dépôt calcaire de venir s'étendre graduellement au-dessus d'une grande partie des séries volcaniques antérieures, doit avoir été suivi d'un mouvement en sens inverse, dont l'axe était situé vers le Sud-Ouest, et qui a eu pour effet d'émerger non seulement la presque totalité de la surface actuelle de l'île, mais aussi un banc de calcaire très considérable, s'étendant à 30 milles au Nord-Est et à l'extrémité duquel est située l'île longue et plate de Barbuda.

Ce mouvement, comme l'indiquent les fossiles du calcaire supérieur, a dû se produire vers la fin de la période miocène et il a été reconnu qu'il n'avait pas été local.

Au contraire, l'île a participé au grand mouvement de soulèvement qui, vers la fin du miocène, a affecté toute la région caraïbéenne et dont l'un des effets les plus remarquables, ainsi que l'a démontré depuis longtemps J. Carrick Moore, a été la fermeture, au moyen de l'isthme de Panama, de la communication existant entre les Océans Pacifique et Atlantique.

Cette opinion a été plus tard confirmée par les recherches du professeur Martin Duncan, de Th. L. Guppy et d'autres savants.

Pour ce qui concerne spécialement la région autour d'Antigoa, il semble que le mouvement de soulèvement s'est continué jusqu'à un point tel que l'île actuelle, Barbuda et d'autres îlots avoisinants devaient former une seule et même surface continue de terre ferme.

La séparation de ces terres que l'on constate actuellement a dû

être le résultat d'un affaissement assez considérable qui s'est produit à une époque relativement récente.

L'île d'Antigoa elle-même doit avoir eu une étendue vers le Nord-Est plus grande qu'à présent, ainsi qu'une élévation plus considérable; c'est ce que tend à prouver la forme si profondément déchiquetée de ses côtes surtout vers le Nord-Est. où les dentelures donnent naissance à de petits golfes et des fiords étroits découpés dans le calcaire marneux et qui s'étendent quelquefois à 2 ou 3 milles dans l'intérieur des terres.

Vers leur ouverture donnant sur la mer ces fiords sont toujours beaucoup moins profonds que vers les terres, ce qui prouve qu'ils n'ont pas été produits par la mer, car, à l'époque actuelle, celle-ci opère précisément l'effet contraire en travaillant à en combler les fonds, ce qui se fait du reste avec l'aide des matériaux que les cours d'eau qui s'y jettent y apportent.

Ces découpures sont évidemment des portions submergées de vallées creusées par les cours d'eau lorsque le sol était situé à une hauteur relative plus considérable qu'actuellement.

Les sondages effectués entre Antigoa et Barbuda indiquent qu'un soulèvement d'environ 150 pieds suffirait pour les réunir, et pour ce qui concerne leur ancienne réunion, elle se déduit aisément de l'identité presque complète de leur faune de mollusques terrestres.

L'*Helix* particulière à Antigoa (*Helix formosa*, Fér.), coquille très jolie et bien caractérisée, qui n'existe plus maintenant qu'à l'extrémité Sud de l'île, se trouve à l'état fossile dans presque tous les îlots situés vers le Nord-Est, c'est-à-dire du côté des vents dominants, et à Barbuda, à 30 milles dans la même direction, cette *Helix* se rencontre aussi, mais représentée par une variété bien distincte (*H. formosa*, var. *minor*, Bland.) associée avec toutes les autres coquilles terrestres d'Antigoa, qui, pourtant, y sont pour la plupart également modifiées d'une manière sensible.

La seule exception constatée au sujet de cette identité des faunes consiste dans la présence à Barbuda d'une espèce d'*Helicina*, genre operculé qui ne se trouve pas actuellement à Antigoa, mais qui doit y avoir existé à une époque encore relativement récente, car, ainsi que nous le verrons plus loin, une espèce de ce genre très rapprochée de celle qui se trouve à Barbuda, mais éteinte selon toute apparence, se présente abondamment dans les derniers dépôts d'Antigoa.

Si l'on compare cette relation intime des faunes d'Antigoa et de Barbuda avec celle d'Antigoa et de la Guadeloupe, le contraste est des plus frappants.

Cette dernière île est située au Sud d'Antigoa à peu près à la même distance que Barbuda l'est au Nord et cependant, à part quelques petits *Helicidæ*, tels que *Pupa* et *Bulimulus* qui sont communs aux deux faunes, il existe à la Guadeloupe neuf espèces d'*Helix* qui ne se rencontrent jamais à Antigoa, plus des représentants de nombreux genres, tels que *Oleacina, Tornatellina, Cylindrella, Cyclophorus, Chondropoma* et *Helicina,* qui non seulement, n'ont pas d'analogue actuellement vivant à Antigoa, mais qui n'ont même laissé aucune trace de leur existence dans les dépôts récents de l'île.

La seule exception consiste, ainsi que nous l'avons dit, dans l'*Helicina* fossile déjà mentionnée, mais qui diffère assez de toutes celles qui habitent la Guadeloupe pour en être facilement distinguée.

Le même contraste s'observe encore dans les sondages opérés entre les trois îles, sondages qui ont donné une profondeur de 340 brasses entre la Guadeloupe et Antigoa, tandis qu'on n'en a guère constaté que 40 entre cette dernière et Barbuda.

Marnes horizontales.

Dans plusieurs localités situées le long de la côte Nord-Est, entre la base des collines constituées par la dernière formation que nous venons d'étudier et le bord de la mer, on observe des terrasses plus ou moins horizontales que la mer ronge actuellement.

Les coupes naturelles faites par l'action des vagues montrent que ces terrasses sont formées par des couches presque horizontales de marnes coquillières contenant un mélange de débris de mollusques marins, d'eau saumâtre et terrestres.

Les formes marines qui prédominent dans les lits inférieurs ne semblent pas différer de celles que l'on trouve actuellement dans le sable de la plage, mais les coquilles terrestres qui se présentent isolées ou associées à des espèces d'eau saumâtre sont intéressantes à plus d'un titre.

Voici la liste de ces espèces recueillies dans les lits supérieurs :

Helix formosa, Férussac.
Bulimus exilis, Gmelin.
— *elongatus,* Bolten.
— *Caraccasensis,* Reeve.
— *octonoides,* Adams.
* *Succinea Boonii,* Nob.
* — — var. *elongata,* Nob.
Planorbis Schrammii, Crosse.
Physa Sowerbyana, d'Orbigny.
Melampus coniformis, Bruguière.
Cistula Antiguensis, Shuttleworth.
* *Helicina Crosbyi,* Nob.
Pupa Eyresii (?), Drouet.
Achatina octona, Chemnitz.

Tous ces mollusques vivent encore à Antigoa à l'exception de ceux marqués d'un astérisque; mais en ce qui concerne le premier cité (*Helix formosa,* Fér.), un changement remarquable dans la distribution et l'abondance relative a dû se produire depuis l'époque de formation de ces couches.

Cette espèce constituait probablement alors la forme prédominante dans la région Nord-Est d'où elle a complètement disparu de nos jours.

En effet, après l'avoir cherchée vainement dans tous les endroits favorables, surtout dans le voisinage des points où l'espèce se rencontre dans les marnes, j'avais conclu à son extinction complète depuis l'époque où elle avait été décrite par Férussac, en 1821 (voir *Prod.*, p. 67), lorsque je l'ai finalement trouvée dans les collines de trapp, à l'extrémité opposée de l'île, alors qu'aucune trace ne pouvait faire supposer sa présence dans l'espace intermédiaire entre les points où on la trouve fossile et celui où elle est encore actuellement vivante.

La coquille terrestre la plus abondante de nos jours à Antigoa est bien certainement le *Bulimus exilis,* Gm., avec ses nombreuses variétés. Cette espèce se présente aussi, mais avec quelques singulières modifications, dans les couches de marne, où cependant on n'en rencontre qu'un nombre d'exemplaires bien inférieur à celui de l'*Helix formosa.*

Pour ce qui concerne les deux espèces éteintes, l'*Helicina Crosbyi,* Nob., ne peut être identifiée avec aucune espèce du même genre qui habite les Antilles et elle ne possède certainement aucun représentant vivant à Antigoa.

Enfin, le genre *Succinea,* auquel appartiennent les autres espèces éteintes, est représenté par trois espèces à Antigoa, mais elles sont relativement de petite taille et très fragiles, et par conséquent très distinctes de celles renfermées dans la marne.

Les couches de marne horizontales dont il est question sont évidemment des témoins d'une période de soulèvement d'assez longue durée qui a commencé après la principale émersion de l'île, lorsque le terrain était à 10 ou 12 pieds plus bas qu'il ne l'est maintenant; elles indiquent donc les dépôts formés pendant le soulèvement graduel de la côte.

Les couches les plus inférieures ont simplement les caractères ordinaires d'une plage soulevée, mais plus haut l'association des coquilles terrestres avec d'autres genres, tels que *Mélampus, Physa, Planorbis,* semble indiquer une formation opérée dans des maré-

cages ou étangs boueux qui s'étaient établis sur la surface émergée, tels qu'on peut en observer en plusieurs endroits, le long de la côte actuelle.

Ces marécages sont habités par des mollusques aquatiques ou amphibies, et pendant la saison des pluies, ils sont le réceptacle de quantités de boue crayeuse mêlée à de nombreuses espèces de coquilles terrestres qui vivent le long des pentes des collines calcaires, au pied desquelles les marécages sont situés.

Jusqu'ici aucune preuve de l'existence de l'homme pendant le dépôt des couches de marnes horizontales n'a encore été constatée dans l'île.

Il serait dangereux de formuler des conclusions relativement à l'âge de ces dépôts d'après les seules observations faites sur les changements que la faune des mollusques terrestres a subie depuis l'époque de leur formation, car on sait que ces êtres sont quelquefois soumis à des causes de destruction agissant sur une grande échelle avec une rapidité difficile à expliquer (1); mais si l'on tient compte de l'épaisseur des couches marneuses, de l'élévation à laquelle elles sont parvenues et de l'absence des restes humains, on peut admettre avec sécurité qu'elles remontent déjà à une haute antiquité.

Roche ignée à Crosbie's.

Si l'on examine la carte et la coupe ci-jointes, on voit qu'une petite masse de roche ignée affleure à travers les couches que nous venons de décrire près d'un endroit situé sur la côte Nord-Est, appelé Crosbie's.

On y rencontre sur la plage un culot ou dyke, se rattachant à la falaise peu élevée qui la borde et qui est formée elle-même par les couches horizontales de marnes coquillifères dont il vient d'être question.

Les couches de marne qui recouvrent le culot ne sont ni altérées, ni dérangées, mais quant à la manière dont les couches de calcaire sous-jacentes ont pu être affectées, il est impossible de le savoir, attendu que les contacts ne sont pas visibles.

Partout où la roche ignée est à nu elle est couverte d'une couche épaisse de matière altérée, « vacké », brune et tendre, résultant de sa décomposition; mais lorsqu'on enlève cette enveloppe, on trouve une roche dure, noire, subcristalline, qui, vue en lames minces sous le microscope, montre un réseau de cristaux de feldspath

(1) DARWIN, *Journal of Researches*, p. 582.

triclinique, de fragments cristallins d'augite, de nombreux grains ou cubes de magnétite et un peu d'olivine.

La roche est donc une dolérite ou basalte typique, et c'est la seule de cette classe que j'aie pu découvrir dans l'île.

L'augmentation progressive de la proportion de l'élément pyroxénique dans les roches éruptives d'Antigoa, éjectées à chacun des renouvellements successifs d'activité volcanique, mérite d'être signalée.

Dans les andésites ou porphyrites des montagnes du Sud, cet élément est en quantité insignifiante ou manque tout à fait; dans la trachydolérite de Drew's Hill, il forme déjà une partie constitutive assez importante de la masse, et dans la dolérite de Crosbie's, il atteint son maximum de développement.

Il semblerait donc que nous avons ici un exemple à l'appui de ce qui, autrefois, était considéré comme la règle, relativement à la succession des éjections de produits ignés dans une région volcanique donnée, à savoir que ces produits sortaient dans l'ordre inverse de leur poids spécifique.

C'est ainsi que les laves trachytiques ou acides, qui sont les plus légères, ont toujours précédé, croyait-on, les laves doléritiques ou basiques, qui ont un poids spécifique plus grand.

C'est sur l'existence de cette prétendue loi que Durocher a fondé sa théorie qui suppose la présence de deux magmas séparés, l'un siliceux, l'autre basique, le premier de densité relativement faible, flottant sur le second plus pesant et sortant successivement dans l'ordre qui vient d'être indiqué pendant la durée de l'activité volcanique.

Des exemples frappants viennent cependant faire opposition à l'adoption de cette règle générale et l'un des plus intéressants peut se constater précisément à la Guadeloupe, île voisine d'Antigoa et située selon toute probabilité sur la même fissure volcanique.

L'ordre des éruptions observé dans cette île est, en effet, complètement interverti. L'ancien cône de la Soufrière, bien connu à la Guadeloupe, est composé de dolérites et de tufs doléritiques, tandis que les produits des dernières éruptions qui ont eu lieu dans l'île consistent entièrement en matières trachytiques.

Pour en revenir à la dolérite de Crosbie's, nous ajouterons que cette roche n'est pas accompagnée de matières éruptives fragmentaires; elle semble avoir été injectée, pendant le mouvement de soulèvement général de l'île, dans le *calcaire supérieur* et n'être venue au jour que par la dénudation de ce dernier avant le dépôt des marnes horizontales.

CONCLUSION.

Il nous reste maintenant à condenser les données que nous venons d'exposer dans les pages précédentes de manière à en retirer les éléments de l'histoire géologique de l'île d'Antigoa.

La première période sur laquelle nous possédons des données certaines commence avec une manifestation volcanique très intense et de longue durée, pendant laquelle s'épanchèrent d'énormes masses de lave feldspathique accompagnées de l'émission d'immenses quantités de matières fragmentaires de volume variable composées de roches ignées (*porphyrites et agglomérats*).

Ce sont ces amas de laves et de déjections volcaniques qui constituent le soubassement général de l'île actuelle.

Ces émissions de laves et de matières fragmentaires grossières furent suivies d'éjections répétées d'éléments volcaniques plus fins qui, se superposant aux laves et aux agglomérats grossiers, ont formé ce que nous avons appelé les *Tufs supérieurs*.

Il est permis de supposer que pendant toute cette première période, la surface actuelle de l'île ne représentait qu'une partie des parois d'un vaste cratère circulaire qui s'était peu à peu élevé du fond des eaux par l'accumulation des matières ignées rejetées par les éruptions successives.

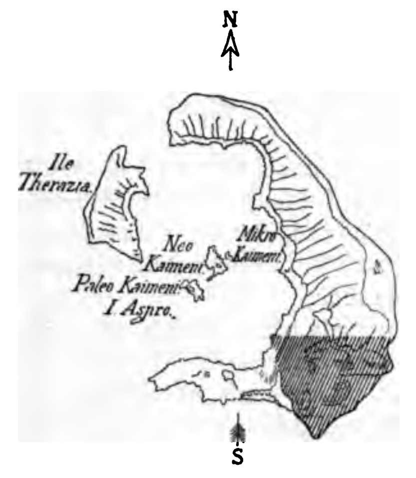
Un vaste et important cône volcanique avait donc dû surgir au milieu de l'Océan et se présentait alors, ainsi que nous voyons encore de nos jours les îles circulaires telles que Barren Island, dans la Baie de Bengale, l'île Saint-Paul, dans l'Océan Indien et plusieurs autres.

Plus tard, l'activité volcanique ayant diminué, puis cessé, les matières formant le cône furent soumises à l'action destructive de la mer, puis, des mouvements du sol ayant successivement abaissé ou relevé le fond, cette action destructive n'en devint que plus intense et acheva ainsi la ruine de l'imposante masse primitive qui se dressait au milieu des flots.

Des phénomènes de destruction identiques se passent encore tous les jours sous nos yeux, et j'ai été frappé de la ressemblance qui existe entre ce qui s'est passé à Antigoa et ce qui se présente actuellement dans l'île de Santorin, de l'Archipel grec.

Là, les parois du grand cratère ne sont pas encore démantelées au point où elles en sont à Antigoa; mais si, dans le diagramme ci-contre représentant en plan l'île de Santorin, on considère la

partie couverte de hachures, on obtient une figure qui se rapporte exactement à ce qu'on peut observer à Antigoa.



L'analogie n'est cependant pas tout à fait complète dans les détails, car le monticule élevé que l'on voit vers le milieu de la région de Santorin considérée n'est pas d'origine volcanique.

Si le cas s'était présenté, la ressemblance aurait été parfaite, car ce monticule aurait exactement représenté le petit cône adventif de Drew's Hill dont il a été plusieurs fois question dans le cours de ce travail.

Quoi qu'il en soit, en établissant la comparaison avec Santorin, j'ai voulu simplement faire remarquer que si les érosions de la mer avaient été plus actives sur les côtes de cette île ou avaient pu se faire depuis plus longtemps, elles auraient pu faire disparaître une plus grande partie des parois du cratère, de manière à n'en laisser qu'un segment semblable à celui qui représente actuellement l'île d'Antigoa.

A la première période caractérisée, comme nous l'avons vu, par des manifestations volcaniques intenses, a succédé une période de calme et de repos, pendant laquelle des récifs de polypiers vinrent s'établir autour de l'île.

Ces récifs, battus par la vague, furent peu à peu entamés, puis reconstruits, et les débris poussés vers le rivage où ils se sont roulés et réduits, pour la plupart, en menus fragments arrondis formant réellement un sable calcaire, auquel se mélangèrent les coquilles et autres éléments de la faune du littoral.

Ce sont ces amas de matières calcaires d'origine marine qui ont formé les couches du *calcaire inférieur,* dont la masse a été partiellement convertie plus tard en *chert* par la silicification et constitue le *chert marin.*

Le développement des polypiers fut bientôt interrompu par un mouvement lent de soulèvement, accompagné d'éruptions répétées, à plusieurs reprises, de cendres et de lapillis.

Ces matières volcaniques furent, au bout d'un certain temps,

éjectées en quantité assez considérable pour que leurs particules, tombant dans les eaux de la mer environnante et triturées par celle-ci, aient pu former à la longue, par leur accumulation, des grès et des sables volcaniques, régulièrement stratifiés, recouvrant les sables calcaires littoraux qui s'étaient déposés pendant la période précédente.

Mais le mouvement de soulèvement se continuant toujours, les roches calcaires et les sables et grès volcaniques furent à leur tour émergés sur une zone étendue, et à leur surface, dans les moindres dépressions, les eaux douces vinrent s'étaler, formant des lagunes et des mares, très rapprochées de la mer.

C'est à ce moment qu'apparaît pour la première fois la manifestation de la vie à la surface de la partie émergée de l'île.

Grâce à leur nature poreuse et à leur composition minéralogique, les roches mises à découvert se transformèrent en terre fertile, une flore tropicale s'établit, les plantes aquatiques envahirent les marécages et les lagunes et d'immenses quantités de mollusques terrestres, d'eau douce et d'eau saumâtre vinrent habiter les diverses régions qui convenaient à leur développement.

Au fond des lagunes et des marécages la vie fut particulièrement active, les Mélanies, les Planorbes, les Mélampus, etc., pullulèrent; les cours d'eau apportèrent les espèces terrestres qu'ils avaient rencontrées sur leur route et bientôt il se déposa, dans les dépressions, des couches calcaires formées presque entièrement de débris de coquilles de mollusques.

Au bout d'un certain temps de repos et de tranquillité, les actions volcaniques, temporairement latentes, parvinrent encore à se manifester et des sources thermales chargées de grandes quantités de silice vinrent jaillir au bord ou dans le fond des lagunes et y déchargèrent leurs eaux.

Pendant ce temps une partie de ces mêmes eaux siliceuses s'infiltrait au travers des *grès et sables volcaniques* sous-jacents et les agglutinait; puis, passant dans les lits de *calcaire marin inférieur* ces eaux les transformaient également peu à peu en *chert,* mais non d'une façon aussi complète que le *chert d'eau douce,* la silicification du *chert marin* n'ayant pu s'effectuer que par l'excès de la quantité de silice qu'il avait fallu d'abord pour opérer la modification complète du calcaire d'eau douce en *chert d'eau douce.*

La recrudescence d'activité volcanique qui s'était manifestée par le jaillissement de sources thermales siliceuses, devint, dans la suite, plus énergique encore. En effet, de petits cônes adventifs

comme celui de Drew's Hill se formèrent et des éruptions de cendres et de lapillis s'effectuèrent par ces nouvelles bouches.

Ces matières fragmentaires, en tombant dans les lagunes et les marécages où le *chert d'eau douce* était en formation, les comblèrent en s'y stratifiant en couches que nous avons désignées sous le nom de *tufs supérieurs*.

Ces éruptions de cendres et de lapillis furent les derniers phénomènes ignés qui se produisirent dans l'île. La cessation de l'activité volcanique fut suivie d'une longue période d'affaissement du sol qui affecta principalement la partie Nord de l'enceinte du grand cratère primitif.

On comprend, dès lors, que les effets de destruction des parois devinrent considérables; aussi une grande partie de la ceinture rocheuse fut-elle arrasée par la mer.

En même temps, sur les parties immergées, les polypiers firent leur réapparition et leurs récifs s'établirent bientôt dans tous les endroits favorables.

Les phénomènes que nous avons vu se produire lors de la formation du *calcaire marin inférieur* et qui, du reste, sont identiques à ceux qui se passent encore de nos jours le long des rivages de l'île, se reproduisirent, c'est-à-dire que les débris des polypiers roulés et amassés par la vague et mêlés aux débris de la faune marine littorale, vinrent se stratifier le long des côtes et formèrent peu à peu, à mesure que l'immersion continuait à s'opérer, une masse de marne très calcaire que nous avons appelée *calcaire supérieur*.

Le mouvement d'affaissement prit fin cependant, au bout d'un temps très long, et un mouvement inverse se manifesta à la suite.

Pendant ce soulèvement, les couches du *calcaire supérieur* qui venaient de se déposer s'élevèrent peu à peu, puis finirent par s'émerger complètement.

Antigoa devait alors former avec Barbuda une même terre ferme, une même île, à la surface de laquelle une faune uniforme de mollusques terrestres et fluviatiles s'établit; mais un affaissement progressif s'étant effectué plus tard, la séparation du petit continent provisoire en deux îles distinctes s'opéra.

Une période de calme et de tranquillité ayant succédé à ce mouvement, les *marnes horizontales* se déposèrent, puis finalement le soulèvement recommençant amena l'émersion de ces mêmes dépôts. Ce mouvement, qui semble encore se continuer de nos jours, a pour effet d'exposer à la destruction les *marnes horizontales* dont

il vient d'être question et constitue le dernier phénomène géologique dont il nous soit possible de rendre compte.

Telle est la succession des faits qui, dans leur ensemble, ont concouru à la formation de l'île d'Antigoa; mais si nous avons reconnu facilement la suite des phénomènes et l'ordre de superposition des couches et par conséquent l'âge relatif des couches par rapport les unes aux autres, il est plus difficile de fixer la position que ces dépôts doivent occuper dans la grande série chronologique générale adoptée en géologie.

Heureusement la détermination faite par le Dr Duncan des polypiers recueillis dans les deux groupes qui en renferment, c'est-à-dire dans le *calcaire et chert marin* d'une part et dans le *calcaire supérieur* d'autre part, ainsi que la présence de certaines espèces d'*Orbitoïdes* dans ce dernier ont permis de rapporter ces formations à l'âge miocène.

Il suit de là que le *chert d'eau douce* qui est compris entre les deux formations dont il vient d'être question est également d'âge miocène et que sa faune et sa flore représentent ainsi de précieux documents d'un intérêt tout spécial, attendu qu'ils constituent les restes, jusqu'ici uniques, de la vie existant à la surface des terres à l'époque miocène dans la région caraïbéenne.

B

Long. 2
Haut. 1

TABLE GÉNÉRALE ET ANALYTIQUE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME III DU BULLETIN.

